

SITZUNGSBERICHTE

DER KAISERLICHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

SECHS UND FÜNFZIGSTER BAND.

WIEN.

AUS DER K. K. HOF- UND STAATSDRUCKEREI.

IN COMMISSION BEI KARL GEROLD'S SOHN, BUCHHÄNDLER DER KAIS. AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

1867.

SITZUNGSBERICHTE

DER

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHEN CLASSE

DER KAISERLICHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

LVI. BAND. II. ABTHEILUNG.

JAHRGANG 1867. — HEFT I BIS V.

(Mit 16 Tafeln, 4 Karten und einer Zinkographie.)

WIEN.

AUS DER K. K. HOF- UND STAATSDRUCKEREI.

IN COMMISSION BEI KARL GEROLD'S SOHN, BUCHHÄNDLER DER KAIS. AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

1867.



INHALT.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

LVI. BAND.

ZWEITE ABTHEILUNG.

6.

Enthält die Abhandlungen aus dem Gebiete der Mathematik, Physik, Chemie, Physiologie, Meteorologie, physischen Geographie und Astronomie.

XVI. SITZUNG VOM 6. JUNI 1867.

Herr Dr. K. Heitzmann hinterlegt ein versiegeltes Schreiben zur Sicherung seiner Priorität.

Herr Prof. Dr. H. Hlasiwetz übermittelt eine für den Anzeiger bestimmte vorläufige Mittheilung: „Über eine besondere Art der Auflösung des Jods bei Gegenwart gewisser organischer Verbindungen".

Der Secretär legt folgende eingesendete Abhandlungen vor:

„Über Aescigenin und einige damit verwandte Stoffe, Caïncin, Chinovin und Saponin", von Herrn Prof. Dr. F. Rochleder in Prag.

„Mineralogische Mittheilungen". II. von dem c. M. Herrn Obergrath und Prof. Dr. V. R. v. Zepharovich in Prag.

„Dufrenit, Beraunit und Kakoxen von der Grube Hrbek in Böhmen" von Herrn E. Bořicky, Assistenten für Mineralogie an der Prager Universität.

„Optische Untersuchungen der Krystalle des schwefelsauren Eisenoxyduls" ausgeführt im physikalischen Cabinete der Wiener Universität von Herrn Erofejeff.

„Spectralbeobachtungen an der Bessemerflamme" von Herrn A. Lielegg, Prof. an der Landes-Oberrealschule zu St. Pölten.

Herr Prof. Dr. E. Brücke legt eine Abhandlung: „Über die Entwickelung der Milz" von Herrn Dr. Peremeschko aus Kasan vor.

Herr Prof. Dr. J. Redtenbacher übergibt drei in seinem Laboratorium ausgeführte chemische Analysen und zwar: *a)* die der Ursprungsquelle in Baden bei Wien, von Herrn S. Kónya; *b)* jene des Ebriacher Sauerbrunnens in Kärnten, von Herrn H. Allemann, und *c)* die der Mineralquelle Sztojka in Siebenbürgen von Herrn J. Wolff.

Der Secretär legt Proben von Thallium-Flintglas vor, welche er der Güte des Herrn Prof. Lamy verdankt.

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Annalen der Chemie & Pharmacie von Wöhler, Liebig & Kopp. N. R. Band LXVI. Heft 3. Leipzig & Heidelberg, 1867; 8°.

Apotheker-Verein, allgem. österr.: Zeitschrift. 5. Jahrgang, Nr. 11. Wien, 1867; 8°.

Astronomische Nachrichten. Nr. 1641—1642. Altona, 1867; 4°.

Beitrag zur Beleuchtung der Frage über die Befestigung von Wien. Wien, 1867; 8°.

Catalogulu plantelor gradinei botanice a scoalei de medicina din Bucuresci. Bucuresci, 1866; 4°.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LXIV, Nr. 19—21. Paris, 1867; 4°.

Cosmos. 2ᵉ Série. XVIᵉ Année, 5ᵉ Volume, 21ᵉ—22ᵉ Livraisons. Paris, 1867; 8°.

Frage, Die — der Befestigung von Wien. Wien, 1867; 8°.

Gesellschaft, physikalisch-medicinische, zu Würzburg: Würzburger medicinische Zeitschrift. VII. Band, 3. Heft. 1867; Würzburger naturwissenschaftl. Zeitschrift. VI. Band, 3. Heft. Würzburg, 1866; 8°.

Gewerbe-Verein, n.-ö.: Verhandlungen und Mittheilungen. XXVIII. Jahrg. Nr. 18. Wien, 1867; 8°.

Kokscharow, Mikolai v., Materialien zur Mineralogie Rußlands. V. Band. S. 1—192. Atlas. Taf. 72—73. St. Petersburg, 1867, 8° & 4°.

Land- und forstwirthschaftl. Zeitung. 17. Jahrg. Nr. 21—22. Wien, 1867; 4°.

Lotos. XVII. Jahrgang. Mai 1867. Prag; 8°.

Moniteur scientifique. 248ᵉ & 250ᵉ Livraisons. Tome IXᵉ, Année 1867. Paris; 4°.

Nardo, Gio. Domenico, Considerazioni sulla convenienza igienica e morale di non valersi dell'Istituto degli esposti etc. — Considerazioni sulla convenienza sanitaria di vaccinare i bambini

esposti alla campagna etc. — Quali sieno i fatti principali che condurrebbero a supporre essere una mucedinea venefica la causa efficiente del Cholera asiatico. Venezia, 1865; 8°.

Pereira da Costa, F. A., Molluscos fosseis. 1° Caderno. Lisboa, 1866; 4°.

Pictet, F. J. Mélanges paléontologiques. 2° Livraison. Bale et Genève, 1867; 4°.

Reichsforstverein, österr.: Monatsschrift für Forstwesen. XVII. Band. Jahrg. 1867. März-Heft. Wien; 8°.

Rico y Sinobas, Don Manuel, Libros del saber de astronomía del Rey D. Alfonso X de Castilla. Tomo IV. Madrid, 1866; Folio.

Société Impériale de Médecine de Constantinople: Gazette médicale d'Orient. X° Année, Nr. 10—11. Constantinople, 1867; 4°.

Society, The Asiatic, of Bengal: Journal. Part I, Nr. 3. 1866. Part II, Nr. 3. 1866. Calcutta; 8°.

— The Royal Dublin: Journal. Vol. V, Nr. 35. Dublin, 1866; 8°.

Stein, Friedrich, Der Organismus der Infusionsthiere nach eigenen Forschungen in systematischer Reihenfolge bearbeitet. II. Abtheilung. Mit 16 Kupfertafeln. Leipzig. 1867; Folio.

Wiener medizin. Wochenschrift. XVII. Jahrg. Nr. 42—45. Wien, 1867; 4°.

Wochen-Blatt der k. k. steierm. Landwirthschafts-Gesellschaft. XVI. Jahrg. Nr. 11. Gratz, 1867; 4°.

Über die Malpighischen Knäuel in der Froschniere.

Von **Dr. Joh. Duncan** aus St. Petersburg.

(Mit 1 Tafel.)

(Vorgelegt von Dr. Stricker in der Sitzung vom 16. Mai 1867.)

Über den Bau der Kapseln, welche die Gefäßknäuel der Nieren umhüllen, sind die Ansichten immer noch getheilt. Es wird zunächst darüber gestritten, ob die ein und austretenden Gefäße die Kapsel einfach durchbohren, oder ob die letztere als eine blindsackartige Erweiterung eines Harncanälchens durch den Gefäßknäuel nur eingestülpt wird.

Die letztere Ansicht wurde namentlich durch die entwickelungsgeschichtlichen Erfahrungen Remaks gestützt. Hingegen sprach sich Bowman (Philos. Transact. 1842) ganz bestimmt dahin aus, daß die Kapsel aus einer einfachen structurlosen Membran bestehe, welche innen von einem zarten Epithelium ausgekleidet ist. In dieser Kapsel nun sagt Bowman liege der Knäuel nackt, und durch eine Flüssigkeit vom Epithel getrennt. (The cavety existing between the epithelium and the tuft is filled by fluid.)

V. Carus (Zeitschr. f. w. Zool. II. Bd.) gibt gleichfalls an, daß die Kapsel von den Gefäßen durchbohrt werde, aber er fügt hinzu, daß sich das Epithel auf den Knäuel zurückschlägt, so daß gleichsam eine Epitheleinstülpung zu Stande komme, und zwar sei dieses Verhältniß am vollkommensten bei Triton, wo die Gefäßknäuel nur in erweiterten Stellen der Harncanälchen, nicht in blinden Endigungen derselben liegen.

Indem die späteren Publicationen nur die eine oder die andere der aufgezählten Ansichten unterstützen, will ich dieselben nicht weiter ausführen, sondern zur Beschreibung dessen übergeben, was ich durch meine Beobachtungen an Batrachiernieren zur Lösung der Frage beitragen kann.

Was zunächst die Kapsel betrifft, so ist sie, abgesehen vom Epithel, weder einfach noch homogen, wie sie ursprünglich von Bowman geschildert wurde.

Die Kapsel ist doppelblätterig. Wenn man eine Froschniere in doppelt chromsaurem Kali aufbewahrt, so kann man schon nach wenigen Tagen die Doppelblättrigkeit deutlich wahrnehmen. Man braucht zu dem Zwecke die Kapseln nur durch Zupfen aufzupräpariren. Es entfernen sich in dem genannten Reagens die beiden Blätter von einander, sie bilden Falten, und lassen sich so ganz deutlich wahrnehmen (Fig. 1).

Gleichzeitig kann man entscheiden, daß jede der beiden Blätter Kerne trägt, oblonge Kerne, welche auf dem Durchschnitte für den man eben einstellt, in den Blättern so gelegen erscheinen, wie die Kerne einer Blutcapillare in deren Wand. Es läßt sich nicht leicht entscheiden, ob die Kerne in die Wand hineingebettet oder mit Spuren von Protoplasma umgeben, derselben nur anliegen.

Im frischen Zustande kann man die Grenze zwischen beiden Blättern gar nicht wahrnehmen, wenn man nicht sehr starke Vergrößerungen anwendet. Selbst mit der Tauchlinse Nr. 10 (Hartnack) wird eine solche Grenze zumeist mehr errathen, als deutlich gesehen; wohl trifft man aber Stellen, wo man eine Grenze zwischen zwei Blättern zu diagnosticiren sehr geneigt wird, wenn man einmal die Präparate aus doppelt chromsaurem Kali gesehen hat. Namentlich bestimmend können jene Stellen werden, wo Kerne vorhanden sind.

Mit Rücksicht auf die Einstülpungstheorie wäre es wichtig zu entscheiden, in welcher Weise die doppeltblätterige Kapsel in das Harncanälchen übergeht; ich war aber nicht im Stande dieses Verhältniß zu eruiren. In Präparaten, welche aus doppeltchromsaurem Kali genommen wurden, bekam ich in der Regel Falten und Risse, so daß ich über den Übergang in das Harncanälchen nichts Bestimmtes erfahren konnte. (Die Abbildung Fig. 1 gibt beiläufig die Ansicht, wie eine solche Kapsel günstigen Falles in Erscheinung kommt; das freie Ende bei *a* entspricht einer gerissenen Stelle.).

Das Harncanälchen selbst zeigt zwar nicht selten gleichfalls eine doppelte Wand, aber in solchen Fällen muß der sehr gegründete Verdacht entstehen, daß die äußere Wand einem Kapillargefäße angehört.

Auf frischen Präparaten (Fig. 2) scheint es allerdings, daß die Kapsel mit beiden Blättern direct in das Harncanälchen übergehe, aber ich getraute mich nicht aus einer solchen Beobachtung allein den Schluß zu ziehen, daß die Doppelblättrigkeit der Kapsel nicht zu Gunsten der Einstülpungstheorie gedeutet werden darf.

Um eine solche Deutung zulässig zu machen, müßte man den Raum, in welchem der Knäuel liegt durch das innere Blatt der Kapsel gegen das Harncanälchen verschlossen finden. Das konnte ich nun nicht wahrnehmen; aber ich konnte auch nicht entscheiden, ob da nicht von meiner Seite ein Beobachtungsfehler zu Grunde liegt.

Was aber entscheidend in die Wage fällt, ist, daß die Innenfläche der Kapsel, und zwar die Innenfläche der inneren Wand mit einem Epithel ausgekleidet ist.

Über die Stellung dieses Epithels kann gar kein Zweifel obwalten. Dieses Epithel flimmert zuweilen bis auf eine ziemliche Strecke in die Kapsel hinein. Die Flimmerhaare können in der Froschniere eine solche Länge erreichen, daß man zweifelhaft werden kann, ob man es noch mit solchen Gebilden zu thun habe.

Bowman (l. c.) gab auch schon an, daß die Flimmer in der Froschniere länger seien, als sonst wo in demselben Thiere. Ich kann aber dieser Aussage, wenn sie allgemein gehalten wird, nicht beipflichten; die Härchen sind häufig sehr kurz, kürzer als jene in der Trommelhöhle, ja kürzer als jene im Rachen. Sie werden jedoch häufig so lang, daß sie dem Harncanälchen ein gestreiftes Ansehen geben, indem sie sich im Lumen desselben der Länge nach ausdehnen und zu Büscheln aneinander legen (Fig. 3, *a*, *b*, *c*, *d*). An zerrissenen Canälchen hängen sie zu Büscheln wie Fransen heraus [1]).

Ähnliche Gebilde wurden von Remak (Fror. Not. 1845) in den Nieren von Eidechsenembryonen beschrieben, und von Reitz als einzelne lange Cilien auf Epithelien croupöser Trachealschleimhäute. (Sitzungsbericht Bd. LV.)

Das Vorkommen so enorm langer Cilien einmal im Embryo, dann in krankhaften Zuständen, und endlich das ausnahmsweise Vorkommen derselben an Orten, wo die Cilien sonst kurz sind, weist nun wieder darauf hin, daß diese mit dem Protoplasma der Zellen auf welchen sie sitzen, oder richtiger gesagt in welchem sie wurzeln in Zusammenhang stehen, wie das schon in den Arbeiten von Kistiakowsky [2]), Roth [3]) und Kühne [4]) betont ist. Als Auswüchse des

---

[1]) Es wird nicht überflüssig sein hervorzuheben, daß man diese langen Büschel auf weiblichen Thieren gleich wie in männlichen findet.

[2]) Sitzungsberichte Bd. 51. II. Abthlg.

[3]) Virchow's Archiv 1866 Octoberheft.

[4]) Max Schulze Archiv 1866.

Protoplasma können sie eben unter Umständen zu solcher Höhe gedeihen.

Selbst im Innern der Kapsel eines weiblichen Exemplars von *Rana temporaria* beobachtete Herr Dr. Stricker einmal Cilien, welche die Länge eines Froschblutkörperchens um das Dreifache übertrafen, und dieser Fall ließ keinen Zweifel darüber, daß sie in dem Cavum liegen, in welchem auch der Gefäßknäuel liegt.

Aus der Lage der Cilien läßt sich mit Sicherheit auf die Stellung des Epithelium schließen. Es liegt der inneren Fläche der inneren Kapselwand an, ist ferner die directe Fortsetzung des Flimmerepithels aus dem Halse des Harncanälchens und verhält sich demgemäß ganz so, wie es Bowman geschildert hat. Es fragt sich nun noch, wie es mit dem Epithel stehe, welches nach Carus die Oberfläche des Knäuels überziehen soll. Es unterliegt keinem Zweifel, daß man auf der Oberfläche des Knäuels, das ist, auf den Wänden der stark gewundenen feinen Arterien direct aufsitzend große Formelemente findet. Diese ragen über die Gefäßwand sehr stark vor und bestehen der Hauptmasse nach aus großen Kernen, welche im günstigen Falle von einer sehr dünnen Protoplasmaschichte umgeben sind, wenn man die zarte den Kern umgebende Schichte so deuten will.

Manchesmal sind diese Formelemente nur spärlich, manchesmal aber häufig, so daß man den Eindruck erhält, als wäre der ganze Knäuel von einer Zellenschichte umgeben.

Zur richtigen Würdigung dieser Elemente muß hervorgehoben werden, daß auch die Epithelien der Kapsel häufig defect erscheinen, häufig nicht deutlich und zuweilen gar nicht sichtbar sind. An all diesen Verschiedenheiten sind aber keine Veränderungen post mortem Schuld. Ich habe die Malpighischen Körper aus der frischen Froschniere mit der Schere ausgehoben, und sie so zur Untersuchung gebracht. Um diesen Zweck rasch zu erreichen thut man gut die äußere, das ist, freie Fläche der Niere zu benützen und aus einer der beiden seitlichen Begrenzungen des gelblichen Bändchens, welches dieser Fläche entlang lauft mit der krummen Schere ein dünnes Fältchen auszuschneiden. Auf solchen Fältchen wird man schon häufig Malpighische Körper bekommen, man bekommt sie aber ganz gewiß, wenn man die Niere zwischen die Finger nimmt, die fraglichen Stellen besichtigt, und jene Stellen wählt, wo man rothe Punkte wahrnimmt.

Wenn die Fältchen dünn genug sind, kann man sie mit der Linse 7 von Hartnack noch ohne Deckglas und ohne sie zu berühren untersuchen.

Auf solchen Objecten kann man sich überzeugen, daß erstens der Gefäßknäuel im frischen Zustande sehr häufig von der Kapsel entfernt ist, daß also Bowman's Angabe von einer den Raum ausfüllenden Flüssigkeit, vollkommen am Platze ist.

Andererseits kann man sich von den oben angeführten häufigen Variationen des Kapsel-Epithels an dermaßen ganz frischen nicht gequetschten oder gezerrten Objecten überzeugen.

Wegen der Unvollkommenheit, mit welcher der Gefäßknäuel von Zellen bedeckt erscheint, hat man noch kein Recht die Epithelien-Natur dieser Zellen in Abrede zu stellen, weil ja Zellen, welche bestimmt Epithelien sind, gleichfalls defect erscheinen können.

Eine andere Frage ist die, ob man denn Zellen, welche auf der Außenwand von Gefäßen sitzen, Epithelien nennen darf. Auch Carus ventilirte (l. c.) diese Frage und behielt nichtsdestoweniger seine oben angeführte Auffassung bei. Ich habe keinen Grund auffinden können, der mich bestimmen mochte für oder wider jene Auffassung zu sprechen.

Wenn man die in doppeltchromsaurem Kali conservirte Froschniere zerzupft, dann kann man Formelelemente eigenthümlichen Baues auffinden. Große, oblonge oder runde Kerne mit einer sehr dünnen Protoplasmaschichte überzogen, welche von zwei Polen des Kerns in je einen langen dünnen Faden ausläuft. Man könnte die Gebilde als Fasern bezeichnen, in welche ein Kern eingestreut ist. Zuweilen hängt an dem anderen Ende des Fadens wieder ein Kern oder ist der Kern selbst doppelt.

Ich hatte diese Formelelemente kennen gelernt, kurz nachdem mir bei *Triton* und *Rana* die oben angeführten großen Cilien bekannt geworden waren. Ich mußte daran denken ob jene Fäden an den Kernen nicht mit den Cilien identisch wären, und das um so eher, als ich mir nicht gut vorstellen konnte, wo jene Gebilde eingebettet sein sollen. Ich habe mich indessen bald überzeugt, daß sie der Kapselwand angehören. So lange man blos den Durchschnitt der Kapselwand einstellt, kann man eine solche Überzeugung nicht leicht gewinnen. Kerne in eine Wand eingestreut machen auf dem Durchschnitte dieser immer den Eindruck, als wenn von ihnen Fäden

ausliefen. Wenn man aber die Fläche der frischen Kapseln ansieht, dann sieht man zuweilen die oben gezeichneten kernhaltigen Fäden in der Kapselwand liegen. Namentlich gut kam dieses Verhältniß einige Male bei *Triton* zur Anschauung.

Ob alle Kerne, welche in den beiden Kapselblättern gefunden werden nur Bestandtheile solcher kernhaltiger Fäden sind, oder ob außer diesen noch selbständige Kerne den Wänden selbst eigenthümlich sind, kann ich nicht beurtheilen. Möglich ist beides der Fall. Immerhin ist die Kapsel der Froschniere nicht mehr jene einfache structurlose Wand, sondern sie enthält noch fremde Formelemente. Es erklärt sich aus diesem Verhältnisse leicht, wie die Kapsel einer krankhaften Wucherung zugeführt werden kann.

Herr Dr. Stricker theilte mir mit, daß ihm an Froschnieren mächtig verdickte faserige Kapseln vorgekommen seien, in welchen die Gefäßknäuel blutleer waren, uud zu eigenthümlichen schlecht durchscheinenden höckerigen Körpern umgestaltet werden.

Die Untersuchungen von Beer über Nierensyphilis machen es wahrscheinlich, daß analoge Verhältnisse auch in der menschlichen Niere vorkommen.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Ein Malpighischer Körper aus doppeltchromsaurem Kali.

a Ein abgerissenes Stück der äußeren Kapselwand.

β β Aufgeblätterte doppelte Kapsel.

f f Formelemente, welche in die Kapsel eingestreut sind.

g Blutgefäße.

„ 2. Kapsel im frischen Zustande.

Der Glomerulus zeigt die ihm aufliegenden Formelemente. Die Kapsel, einige Epithelzellen.

h Harncanälchen im Centrum streifig anzusehen.

„ 3. Zellen mit langen Cilien, theils isolirt und theils auf zerrissenen Harncanälchen.

„ 4. Formelemente aus der Kapsel isolirt.


1.
2
3
4.
a
b
c
d
f

Über künstlich erzeugte Blutungen per Diapedesin.

Von Dr. A. Prussak aus St. Petersburg.

(Mit 1 Tafel.)

(Vorgelegt von Dr. Stricker in der Sitzung am 23. Mai 1867.)

Ich habe die Frage, ob die Blutkörperchen innerhalb des Kreislaufes in ähnlicher Weise reagiren, wie auf dem Objectträger, zum Ausgangspunkte einer Untersuchung gemacht. Ich bin aber schon im Beginne der Arbeit auf ein Thema geführt worden, welches sich von der ursprünglich beabsichtigten Richtung ziemlich weit entfernte.

Ein in den Kreislauf eingeführtes Reagens brachte mir nämlich unerwartet Erscheinungen zur Wahrnehmung, welche meine Aufmerksamkeit in solchem Grade fesselten, daß ich den eigentlich erwarteten Folgen weniger Beachtung schenkte.

Ich bediente mich zu meinen Versuchen des braunen Grasfrosches, da dessen sehr durchscheinende Schwimmhaut nur wenig Pigmentzellen enthält, und daher die Beobachtung des Kreislaufes noch bei starken Vergrößerungen (Immersionslinse 10 Hartnack) möglich ist.

Den Frosch richtete ich auf einem hölzernen Tischchen derart her, daß die Schwimmhaut einer gestreckten Extremität, über eine durchlöcherte Stelle der Unterlage hingespannt, gerade auf die Blendung des Mikroskops zu liegen kam. Auf die Schwimmhaut legte ich Trümmer von Deckgläsern, die zwischen die Zehen hineinpaßten und sich der zu untersuchenden Membran ordentlich anschmiegen konnten.

Ich vermied es das Thier zu betäuben oder zu lähmen, weil in solchem Falle eine combinirte Wirkung zu Tage getreten wäre, einmal des Betäubungs- oder Lähmungsmittels und dann des eben zu prüfenden Reagens.

Die häufigen Bewegungen des Thieres erschweren die Untersuchung allerdings; sie fallen aber im Ganzen doch nicht schwer in

die Wage. Das Tischchen, auf welchem der Frosch lag, trug an seinen Füßen eiserne Stifte und konnte so auf den Arbeitstisch festgesteckt werden. Das Mikroskop selbst wurde an das Object herangeschoben und beide blieben während der Untersuchung, was die Erschütterungen anlangt, von einander unabhängig. Das Object mit seinem Tischchen war durch die Stifte, und das Mikroskop durch sein Gewicht fixirt.

Wenn nun außerdem die Zehenspitzen des Frosches gut fixirt waren, so kehrte, so oft der letztere wieder zur Ruhe kam, die früher beobachtete Stelle in das Gesichtsfeld zurück, oder sie war nur um ein Geringes verschoben.

Die Bewegungen des Thieres brachten also hauptsächlich nur die Unannehmlichkeit mit, daß man die Beobachtung aussetzen mußte, so lange als jene andauerten.

Sobald es wieder zur Ruhe kam, hatte man die gewünschte Stelle im Gesichtsfelde, oder man konnte sie durch sehr geringe Bewegungen des ganzen Mikroskops wieder erlangen.

Es wird sich gleich zeigen, wie wichtig für die mitzutheilende Beobachtung das Festhalten einer Stelle ist.

Das Reagens brachte ich mittelst einer Pravaz'schen Spritze in die Lymphsäcke des Thieres, und wartete dann unter stetem Absuchen eines Theiles der Schwimmhaut die Wirkung ab.

Ich brachte zunächst eine Kochsalzlösung von 10 Pct. ein und zwar einem mäßig großen Exemplare zwei Spritzen (je 1·5 CC.) hinter einander.

Nach etwa einer halben Stunde fiel mir auf, daß einige rothe Blutkörperchen an den Wänden der Capillargefäße festsitzen. Bei näherer Besichtigung fand ich, daß dem innen festsitzenden Körperchen ein anderes ganz correspondirend an der Außenseite des Gefäßes saß, so daß beide die Capillargefäßwand zwischen sich faßten. Eine Untersuchung mit der Immersionslinse ergab, daß diese beiden Blutkörperchen durch einen Stiel zusammenhingen, welcher die Gefäßwand durchbohrte. Das innere wie das äußere Blutkörperchen waren relativ zum Normale klein, und auch unter sich ungleich groß; das äußere war kleiner als das innere.

Nachdem mir Herr Dr. Stricker, dem ich das Bild zeigte, mitgetheilt hatte, daß dies genau das Verhältniß sei, wie er es bei Froschlarven häufig gesehen, und als Blutung per diapedesin

beschrieben habe [1]), schenkte ich der Angelegenheit größere Aufmerksamkeit. Ich fand zunächst bei demselben Thiere eine ganze Anzahl Blutkörperchen, welche an Capillargefäßwänden festsaßen, und sehr dünne unter der Immersionslinse eben noch wahrnehmbare Stiele durch die Gefäßwand nach außen schickten. Diesem Stiele saß außen ein kleineres oder größeres Kügelchen von der Farbe und dem Aussehen der rothen Blutkörperchen auf.

Ich konnte nun weiter nicht daran zweifeln, daß die außenliegenden Kügelchen sammt dem Stiele immer nur vorgeschobene Partien jenes Blutkörperchens waren, welches mit dem Stiele zusammenhängend der Innenfläche der Gefäßwand anhaftete. Da ich mich der Meinung hingeben mußte, daß ich durch die Einspritzung der Kochsalzlösung jene Lagenveränderung erzeugt hätte, so nahm ich diese Versuche zu wiederholten Malen auf.

Ich erfuhr zunächst, daß eine solche Einkeilung von Blutkörperchen in die Gefäßwände jedesmal zu finden ist, wenn dem Thiere die bereits erwähnte Menge zehnpercentiger Lösung eingespritzt wurde; nur ist die Zeit des Eintrittes der Erscheinung verschieden; bei einigen war sie schon nach zehn Minuten, bei anderen erst nach einer halben Stunde, und wieder bei anderen erst nach einer ganzen Stunde vorhanden. In den Fällen, wo die ersten eingeklemmten Blutkörperchen schon nach zehn Minuten zu sehen waren, traten deren im Laufe einer halben Stunde eine große Anzahl in dieses Verhältniß ein, während da, wo die eingekeilten Körperchen erst nach einer halben Stunde und später eintraten, ihre Zahl immer geringer blieb.

Die Frösche überleben die genannten Injectionen selten länger als zwei Stunden, und es kann daher nicht davon gesprochen werden, daß etwa bei solchen Fröschen, wo das Eingeklemmtwerden später auftritt, zu einer noch späteren Zeit die Anzahl der so befestigten Blutkörperchen erheblich wachsen könne.

Die Blutkörperchen keilen sich nicht allein in die Gefäßwände ein, sondern sie treten auch durch dieselben durch. Dieser Durchtritt mag nur sehr selten ein totaler sein, d. h. so daß ein ganzes Blutkörperchen aus der Kreislaufsbahn durch die Capillargefäßwände nach außen schlüpfte. In den meisten Fällen ist der Austritt ein unvollständiger. Wenn nämlich das Blutkörperchen mit einer Hälfte

---

[1]) Sitzungsberichte. Bd. LII.

bereits heraus ist, reißen die beiden durch den enorm dünnen Stiel verbundenen Körperhälften aus einander, und so bleibt ein Theil des Blutkörperchens außerhalb und ein Theil innerhalb des Kreislaufes.

Ich habe ein solches Abreißen zwar niemals direct beobachtet; aber ich habe rings um die Gefäße und mitten im Gewebe theils ganze Blutkörperchen und theils Trümmer von solchen beobachtet. Man sah zuweilen neben einem solchen Rudiment ein anderes ähnlich aussehendes Stück von einem Blutkörperchen, welches noch mit seinem Stiele verbunden war. Es lag also gewiß sehr nahe anzunehmen, daß die freien Trümmer durch Abreißen von ihren Stielen entstanden sind.

Stricker der diese eingekeilten Blutkörperchen bei Froschlarven als eine Blutung per diapedesin beschrieben hat (l. c.), erwähnte auch eines solchen Verhältnisses in der Nickhaut des erwachsenen Frosches. Er hat aber bei einer sehr großen Anzahl untersuchter Nickhäute die Beobachtung nur zweimal gemacht. Ich habe nun gleichfalls in der Schwimmhaut von Fröschen, welche nicht mit Kochsalzlösung behandelt wurden, eingekeilte Blutkörperchen gesehen, aber im Ganzen sechs Mal bei etwa hundert untersuchten Fröschen, und dann jedesmal ganz vereinzelt, so daß ich in einer Schwimmhaut (Abschnitt zwischen zwei Zehengliedern) deren 3—4 antraf. Zwei von diesen sechs Fröschen waren aber zweifellos als krank zu bezeichnen; denn ihre rothen Blutkörperchen enthielten je zwei bis fünf hellere Kügelchen, die dem Anscheine nach als Vacuolen zu deuten waren; eine Erscheinung, welche Recklinghausen der Einwirkung zu reichlicher Kohlensäure zuschreibt. Ich werde später zeigen, daß solche Vacuolen auch bei chronisch mit Kochsalz vergifteten Thieren vorkommen. Nach der Einspritzung der concentrirten Kochsalzlösung trat die Erscheinung ganz regelmäßig auf, wenn auch das eine Mal mehr, das andere Mal weniger ausgebreitet.

Um sich indessen ein sicheres Urtheil über die Wirkung des Kochsalzes überhaupt und über die Bedeutung dieser Wirkung zu verschaffen, ist es besser die Frösche chronisch zu vergiften. Ich führte das Experiment in zweierlei Weise aus; ich spritzte entweder kleinere Dosen ein, so daß das Thier am Leben blieb, und wiederholte die Einspritzung an mehreren auf einander folgenden Tagen; oder ich setzte das Thier in eine mäßig concentrirte Kochsalzlösung und ließ es da so lange, bis es zu Grunde ging. Ein mäßig großes

Exemplar hielt es in einem Bade von fünfpercentiger Lösung, welche etwa die Hälfte seines Körpers bedeckte, drei Tage aus. Gleich lange lebte auch ein Frosch dem täglich 1·5 CC. 10percentiger Lösung in die Lymphsäcke gebracht wurde.

Die Schwimmhaut solcher Frösche ergab bei der mikroskopischen Untersuchung einen überaus massenhaften Austritt von Blutkörperchen. Die Capillargefäße waren stellenweise besäet von theils noch daranhängenden, theils schon losgelösten Stücken von Blutkörperchen. Es war mikroskopisch ein ausgesprochenes Bild von capillarer Apoplexie.

Neben dem mikroskopischen war aber auch ein sehr ausgesprochener makroskopischer Befund.

Am Herzfleische war regelmäßig ein beinahe linsengroßer rostbrauner Fleck, in zwei Fällen im Cavum peritonaei blutiges Exsudat, und dann waren regelmäßig größere striemenförmige Blutungen in der Muskulatur der unteren Extremitäten. Die Lunge, die Niere, die Milz und die Leber zeigten sich anscheinend außerordentlich hyperämisch. Die Lungensäcke waren sehr klein und derb, und an ihrer ganzen Oberfläche dunkelbraunroth gefärbt. In der Leber waren es namentlich zerstreute mikroskopische kleine bluthältige Inseln, welche dem Organ das veränderte Aussehen gaben. An diesen chronisch vergifteten Thieren konnte es somit keinem Zweifel unterworfen werden, daß der Effect des Giftes sich theilweise in der Form ausgebreiteter Blutungen manifestirte, theilweise aber in einem Zustande der Organe, von dem es zweifelhaft war, ob er auf Rechnung einer Hyperämie oder einer wirklichen Blutung zu setzen sei.

Daß ein Theil dieser Blutungen sicherlich in der Weise entstanden, wie ich es oben in einem sozusagen acuten Vergiftungsfalle geschildert habe, konnte man an der Schwimmhaut nachweisen. An anderen Orten gelang ein solcher Nachweis allerdings nicht; daraus folgt aber noch gar nicht, daß an diesen anderen Orten die Blutung in anderer Weise erfolge. Der Nachweis gelang nicht, weil es an abgestorbenen Organen überhaupt schwer ist, das Lagerungsverhältniß eines Blutkörperchens zur Gefäßwand zu bestimmen, und um so schwerer, wenn es sich um Organe handelt, wie die Lunge, die Leber, die Milz und die Niere.

An der Schwimmhaut, wo die Gefäße ohne weitere Präparation sichtbar sind, ist ein solcher Nachweis leichter möglich. Er

würde aber aus der Besichtigung des todten Organs allein kaum geführt worden sein. — Das todte Organ ist entweder nicht blutleer, und dann füllen die zusammengeschobenen Blutkörperchen das undeutlich contòurirte Gefäß vollständig aus; oder das Organ ist blutleer, und dann sind die leeren Capillargefäße kaum zu erkennen. In beiden Fällen nun wird die Diagnose auf das Eingekeiltsein eines Blutkörperchens nicht leicht gemacht werden. — Wenn man aber das Verhältniß im Leben studirt hat, und dann nach dem Tode die mit Blutkörperchentrümmern bedeckten Gefäße findet, dann hat man wohl einigen Grund zu der Annahme, daß diese Trümmer durch die unversehrten Capillargefäßwände per diapedesin herausgekommen seien.

Die nächste Frage, welche bei der Betrachtung dieses räthselhaften Vorganges aufgeworfen werden muß, ist die, wie es die Blutkörperchen anfangen, um auf so sonderbare Weise aus der Kreislaufsbahn zu schlüpfen. Ich habe dieser Frage alle mögliche Aufmerksamkeit zugewendet, ohne zu einem positiven Resultate zu gelangen.

Mitten im Laufe wird ein und das andere Blutkörperchen sistirt, und legt sich da ganz enge an die Wand des Gefäßes an, oder wird von derselben angezogen. Hier liegt es eine zeitlang fest und läßt den Strom an sich vorübergehen. Nach 10 Minuten und darüber kann man bei genauer Beobachtung einen feinen Fortsatz des Blutkörperchens erkennen, welcher in die Blutgefäßwand fast senkrecht eingetrieben ist; allmälig kommt von dem Fortsatze etwas an der Außenseite des Gefäßes zum Vorschein, und dann schwillt dieses äußere Stück an, während das innere kleiner wird; in solcher Weise kommt es entweder zum Austritte des ganzen Blutkörperchens oder es bleibt in der Gefäßwand stecken, um bei geeigneter Gelegenheit abzureißen. Ich kann also nicht sagen, von wo aus der Proceß beginnt; ob das Blutkörperchen von der Wand angezogen und deswegen in seinem Laufe angehalten wird, oder ob es an einen klebrigen Theil der Wand anstreifend daselbst haften bleibt, oder endlich ob es selbst an seiner Oberfläche klebrig geworden ist. Ich kann ferner nicht sagen, ob die Gefäßwand den Anfang macht das Blutkörperchen zu verschlingen, oder dieses letztere einen Fortsatz aussendet, um ihn in die Gefäßwand einzutreiben.

Wenn es überhaupt möglich ist, daß ein Blutkörperchen in die Gefäßwand hineingelangt, muß die letztere entweder Poren haben, oder sie muß an der bestimmten Stelle sehr weich sein in eine starre Wand könnte ein weiches Blutkörperchen nicht hinein gelangen.

Poren in der Capillargefäßwand sind vor Allem nicht wahrscheinlich; erstens weil man sie nicht sieht, und zweitens, weil bei dem Drucke, welcher in den Capillargefäßen immer noch herrscht, das Plasma austreten müßte, wenn die Wand so große Poren trüge, um einen immerhin noch wahrnehmbar dicken Stiel eines Blutkörperchens durchtreten zu lassen. Wenn also in den Fällen, wo mehrere Blutkörperchen neben einander austreten, früher Poren da gewesen oder entstanden wären, so hätte sich rings um das Gefäß eine größere Flüssigkeitsschichte ansammeln müssen, was aber nicht wahrzunehmen war.

Auch auf Zellengrenzen kann füglich nicht hingewiesen werden, denn wie sollte es mit dem geschlossenen Kreislaufe aussehen, wenn an all den Linien, welche durch Silber gezeichnet werden, ein so loser Zusammenhang bestünde, daß sich ein rothes Blutkörperchen durchzwängen könnte; außerdem halten sich die austretenden Blutkörperchen an gar keine Regel; sie treten namentlich bei chronischen Vergiftungen gruppenweise auf kleine Feldchen vertheilt, neben einander heraus. Wir müssen übrigens bedenken, daß man den rothen Blutkörperchen bis jetzt keine willkürlichen Bewegungen zuschreibt, und daß es uns im Ganzen doch schwer fallen würde, den Durchgang zu fassen unter der Annahme, daß sowohl die Blutkörperchen, wie die Gefäßwände sich dabei passiv verhielten.

Man wird allenfalls sagen, der Seitendruck treibe die Blutkörperchen in die Gefäßwände hinein. Aber die Blutkörperchen sind an sich weiche Körper, und an Stellen der Gefäßwand, wo jene durch den Seitendruck ausgetrieben werden könnten, müßten vor der Eintreibung der Blutkörperchen Blutplasma, und zwar im Strahle, ausgetreten sein.

Eine solche Beobachtung habe ich indessen niemals gemacht, und es sind mir auch nirgends in der Schwimmhaut größere Seec von Flüssigkeit zur Anschauung gekommen.

Es ist auch nicht wahrscheinlich, daß eine Veränderung des Aggregatszustandes allein hinreiche um das Blutkörperchen fest zu

halten, und durch den Seitendruck austreten zu lassen. Die erweichte Wand müßte sonst selbst dem Seitendrucke nachgeben und ausgebuchtet oder durchlöchert werden, bevor noch das Blutkörperchen herantritt.

Viel besser können wir mit der Annahme auskommen, daß die Blutkörperchen von den Gefäßwänden ergriffen und so herausbefördert werden.

Denn da wir einmal unter allen Umständen annehmen müssen, daß die Gefäßwand an den Stellen, wo ein Blutkörperchen durchtritt, nicht fest sein könne, so werden wir der Theorie entsprechender handeln, wenn wir sagen, die Gefäßwand sei an den Stellen auch lebend; denn eine lebende Gefäßwand kann vermöge ihres Tonus dem Seitendrucke Widerstand leisten und dennoch so wenig fest sein, um ein Blutkörperchen verschlingen zu können.

Ich stelle mir nicht vor, durch die angeführte Deduction etwas Wesentliches zur Erklärung beigetragen zu haben; ich will damit nur angedeutet haben, nach welcher Richtung das Suchen von Ursachen eine größere Wahrscheinlichkeit des Erfolges bietet.

Die pathologisch anatomischen Befunde, welche die durch große Kochsalzdosen vergifteten Frösche darboten, erinnern lebhaft an die Befunde, welche man bei scorbutischen Individuen antrifft. Wenn die Ursache der erwähnten Veränderungen uns nicht bekannt geworden wäre, dann hätten wir kaum Anstand genommen zu erklären, daß die Frösche unter scorbutartigen Erscheinungen zu Grunde gegangen sind.

Die Annahme, daß eine chronische Vergiftung durch zu große Kochsalzdosen zu Scorbut führe, hätte gegenüber den bereits vorliegenden Erfahrungen, namentlich über den Seescorbut, gleichfalls nichts Befremdendes.

Ich will mich indessen von einer solchen Annahme fern halten. So gut wie große Kochsalzdosen, könnten auch andere Einflüsse Blutungen per diapedesin bewirken, und schließlich ist doch noch nicht erwiesen, ob in denjenigen Erkrankungen der Menschen, welche wir als Scorbut bezeichnen, die Blutung auch wirklich per diapedesin erfolge.

Es soll aus den angeführten Beobachtungen nur so viel mit Sicherheit erschlossen werden, daß in Folge der acuten oder chroni-

schen Vergiftung mit Kochsalz bei Fröschen ausgebreitete Blutextravasirungen vorkommen, von denen einzelne sicherlich per diapedesin erfolgen.

Um indessen in der Anwendung dieser Erfahrungen für die Säugethiere einen ersten Anknüpfungspunkt zu bekommen, machte ich den Versuch ein Kaninchen chronisch zu vergiften. Ich nahm ein ganz ausgewachsenes Kaninchen und begann mit täglichen subcutanen Injectionen. Ich spritzte auf einmal 3—4 CC. einer 25percentigen Lösung ein. So wurde das Thier vom 11, bis zum 25. April d. J. behandelt. Vom 25. April bis 15. Mai bekam es etwa die doppelte Dosis täglich durch den Mund in den Magen gespritzt.

Das Thier aß wenig und magerte anfangs außerordentlich ab. Es wurde indessen anfangs nicht daran gedacht dem Thiere zu trinken zu geben, da die Kaninchen bei ihrem wasserreichen Futter gewöhnlich kein Wasser trinken. Als dann später dem sehr herabgekommenen und sichtlich dyspnoischen Thiere Wasser gereicht wurde, trank es dieses mit besonderer Gier. Von nun wurde ihm Wasser zur freien Verfügung gestellt, und das Thier erholte sich einigermaßen, die Dyspnöe nahm auffällig ab.

Am 17. Mai habe ich das Thier durch Verblutung getödtet. Die Section ergab gleichfalls Blutextravasate namentlich im subcutanen und intermuskulären Gewebe, haemorrhagische Errosionen in der Magenschleimhaut, und außerdem einen Lungenflügel durch Ecchymosen braunroth pigmentirt.

Ob die Veränderungen, welche ich hier aufgezählt habe, gleichfalls durch eine Blutung per diapedesin erfolgt sind, bleibe einer weiteren Untersuchung zur Beantwortung anheimgestellt. Vorläufig sei nur hervorgehoben, daß die Blutungen eben stattgefunden haben. Ich will auch die Frage nicht discutiren, ob das Kaninchen unter sich gleichbleibenden Dosen von Kochsalz längere Zeit fortgelebt hätte; eine genügende Versuchsdauer wird auch darüber eine positive Entscheidung bringen.

Die Thatsache, daß Blutungen zu Stande gekommen sind, wird dadurch wenig alterirt werden, ob nun das Thier den Zustand erträgt oder nicht.

Der Umstand, daß Becquerel und Rodier [1]) die Ursache des Scorbuts in einem Überschusse von Natron suchten, hat mich veranlaßt den Versuch auch mit anderen Salzen und zwar mit Zucker, mit phosphorsaurem Natron, mit Chlorbaryum, mit Chlorkalium und mit chlorsaurem Kali aufzunehmen; endlich spritzte ich auch reines Ätznatron in einpercentiger Lösung und außerdem sehr verdünnte Essigsäure ein. Dem verschiedenen Grade der Giftigkeit dieser Substanzen habe ich zu wenig Aufmerksamkeit geschenkt, um darüber eine Aussage zu machen. Ich habe mich nur darum gekümmert, ob ich nach Einspritzungen der genannten Substanzen in so verdünnten Lösungen, daß keine raschen Stasen erfolgen, Blutaustritte wahrnehmen kann. Eine solche Wahrnehmung ist mir indessen nicht gelungen.

Zum Schlusse will ich noch einiger Veränderungen der Blutkörperchen selbst erwähnen, welche ich nach der Einwirkung concentrirter Kochsalzlösungen beobachtet habe.

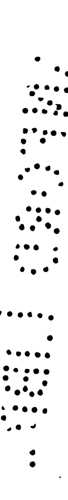
Nach der Behauptung von Owen Rees [2]) sollten die Blutkörperchen auch innerhalb des Kreislaufes schrumpfen, wenn die Blutflüssigkeit concentrirter wird. Ich kann diese Angabe nicht schlechtweg bestätigen. Ich habe nach der Einspritzung sehr concentrirter Kochsalzlösungen in die Lymphsäcke des Frosches nur wenige Blutkörperchen in dem Zustande gefunden, den man als geschrumpft bezeichnen könnte. Es muß indessen in meinem Falle an eine combinirte Wirkung gedacht werden, welche dadurch entstehen kann, daß das Kochsalz bestimmte chemische Umsetzungen hervorruft. Zu dieser Aussage wurde ich durch folgende Thatsache veranlaßt.

Ich habe nach der Einpritzung sehr concentrirter Lösungen viele elliptische Blutkörperchen angetroffen, welche ganz farblos waren, mit Ausnahme eines centralen Theiles, welcher so gefärbt erschien, wie sonst die rothen Blutkörperchen unter dem Mikroscope erscheinen. Außerdem habe ich die schon früher erwähnten Vacuolen in anderen sonst nicht veränderten Blutkörperchen angetroffen. Da dies nicht zu der gewöhnlichen Wirkung des Kochsalzes gehört, so muß ich eben daran denken, daß das Kochsalz im Blute andere Verbindungen

---

[1]) Gaz. med. 1852. 31.

[2]) Ich kenne diese Angabe nur aus einem Citate Vogel's. (Virchow. Handbuch.)



hervorgerufen habe, denen eine solche Wirkung zukommen könnte. Ob der genannte centrale Theil lediglich dem Kerne entsprach, oder ob rings um den Kern noch eine Substanz als Träger des Farbstoffes haftete, konnte ich nicht entscheiden.

An den theilweise ausgetretenen Blutkörperchen ergab es sich häufig, daß das außen liegende Stück als ein Conglomerat weniger kleiner Kügelchen erschien, die unter einander zusammenhängen. Diese Erscheinung muß noch hervorgehoben werden in Rücksicht auf den Umstand, daß man im Kreislaufe nach der Injection kleine, röthliche Kügelchen treiben sieht. Es können diese entweder als losgetrennte Stücke von Blutkörperchen oder als die übriggebliebenen röthlichen Kerne entfärbter Blutkörperchen gedeutet werden.

In den vier beifolgenden Abbildungen sind verschiedene Stadien im Austreten begriffener Blutkörperchen abgebildet und außerdem solche abgerissene Stücke, welche außerhalb der Blutgefäße angetroffen wurden.

Spectralbeobachtungen an der Bessemerflamme.

Von **Andreas Lielegg,**
Professor an der Landes-Oberrealschule zu St. Pölten.

Im Anschlusse an eine frühere vorläufige Mittheilung „über das Spectrum der Bessemerflamme“ [1]) theile ich die Resultate neuerdings angestellter Beobachtungen mit, welche zur Erweiterung und Ergänzung jener dienen sollen. Zur Fortsetzung dieser Untersuchungen war ich umsomehr veranlaßt, als in technischen und hüttenmännischen Zeitschriften [2]) der Spectralprobe als eines schon versuchten Mittels zur Beurtheilung des Bessemerprocesses Erwähnung geschah, wiewohl hierüber mit Ausnahme einer einzigen Publication Roscoe's [3]) keine wissenschaftliche Arbeit bekannt gemacht wurde, auf welche sich eine practische Durchführung der Spectralprobe hätte stützen können; aber selbst die Publication Roscoe's, die der Anwendung der Spectralanalyse bei der Fabrication des Gußstahles nach der Bessemer Methode die höchste Wichtigkeit zuerkennt, constatirt nur in wenigen Zeilen die Existenz einer Anzahl bisher unbestimmter heller Linien im Spectrum der Bessemerflamme.

Zu den Beobachtungen diente ein grösserer Spectralapparat, der ein Fernrohr mit 6facher Vergrößerung und zwei Prismen, jedes mit einem brechenden Winkel von ungefähr 60° besitzt, beide Prismen waren auf das Minimum der Deviation für die Linie *D* eingestellt. der Apparat ist überdies noch mit einem Skalenrohr nach Steinheil zur Messung der Linien versehen und wurde in der Werkstätte für astronomische und physikalische Instrumente von Starke und Kammerer am k. k. polytechnischen Institute in Wien angefertigt.

---

[1]) Sitzungsberichte der k. Akad. d. Wissensch. Bd. LV, II. Abth. Jänner-Heft, p. 153.

[2]) Unter andern in Dingler's polyt. Journal. Bd. 178, p. 466 u. Bd. 175, p. 296.

[3]) Proceedings of the literar. and philosoph. Society of Manchester Vol. III, p. 57, 1863 — the London, Edinburg and Dublin philosoph. Magazin and Journal of Science, fourth series, Vol. XXV, p. 318.

Das der Bessemerflamme eigenthümliche Spectrum, welches mit dem Eintritt der Kochperiode sich zu entwickeln beginnt, und in der ersten Hälfte der Frischperiode seine größte Deutlichkeit erreicht, ist, abgesehen von den dem Kalium, Natrium und Lithium zukommenden und einigen noch zweifelhaften Linien, das des verbrennenden Kohlenoxydgases. Es enthält mehrere charakteristische Linien und Liniengruppen, deren relative Lage durch eine Skala, welche die Distanz zwischen $K\alpha$ und $K\beta$ in 255 gleiche Theile theilt, festgestellt wurde; die Ergebnisse der während acht Chargen vorgenommenen Ablesungen sind im Folgenden zusammengestellt:

	259	$K\alpha$.
	233	$Li\alpha$.
α	212, 210, 208	Gruppe von drei schmalen scharf begrenzten rothen Linien, von welchen meistens nur die erste und die dritte gut sichtbar sind.
	204	Mitte eines breiten dunklen Absorptionstreifens ohne scharfe Begrenzung.
	201	Natriumlinie.
	200	Schmaler dunkler Streifen.
β	195, 190, 184	Gruppe von drei grünlichgelben Linien, von welchen die dritte (184) am hellsten ist und stets zuerst erscheint; bei sehr großer Lichtintensität der Flamme ist manchmal der ganze Raum von 199—184 mit gelben und grünlichgelben Linien erfüllt.
γ	174, 172·5, 171·5	Gruppe von drei lichtgrünen Linien, die dritte (171·5) am hellsten, und zuerst auftretend.
	167	Helle grüne Linie nur in der Frischperiode sichtbar.
δ	162, 160, 158, 155·5	Gruppe von vier grünlichblauen an Helligkeit sich gleichenden Linien.
ε	148, 144·5, 141, 136·5	Gruppe von vier gleich starken hellblauen Linien.

113 Ende einer Gruppe von vielen blauen gleichweit von einander abstehenden Linien, die sich an die letzte (136·5) der vorhergehenden Gruppe unmittelbar anschließt; die Linien sind viel lichtschwächer und konnten nicht immer beobachtet werden.

{ 81 / 67 } Grenzen einer Gruppe von vier blauvioletten Doppellinien, die erst in der Frischperiode aber nicht jedesmal deutlich erscheinen.

41 Helle scharfbegrenzte blauviolette Linie erscheint in der Frischperiode gleichzeitig mit der Gruppe (81—67).

4 $K\beta$.

η { 2 Helle violette Linie.

Die mit α, β, γ, δ und ε bezeichneten Liniengruppen und die mit η bezeichnete Linie sind für das Bessemerspectrum charakteristisch, und dieses ist vollkommen identisch mit dem der Kohlenoxydflamme, welches bei dem der Charge unmittelbar vorhergehenden Anheizen der Retorte mittelst Coaks beobachtet wurde; für die übrigen aufgeführten Linien, die erst in der Frischperiode auftreten, kann die Zugehörigkeit zum Kohlenoxydspectrum nicht mit gleicher Bestimmtheit ausgesprochen werden, wiewohl dies im höchsten Grade wahrscheinlich ist, da die hohe Temperatur während dieser Periode das Verdampfen anderer Stoffe, sei es aus der Eisenmasse oder aus der Ausfütterung, als möglich erscheinen läßt.

Der allgemeine Charakter des Bessemerspectrums stimmt mit dem anderer Flammenspectra, die durch Verbrennung kohlenstoffhältiger Gase bis jetzt dargestellt werden konnten, überein, und alles was Attfield [1]), H. C. Dibbits [2]), Plücker [3]) und Andere über die Eigenthümlichkeiten in Farbe und Gruppirung der Linien gesagt haben, gilt auch für das Bessemerspectrum; denn es besitzt ganz ähnliche Liniengruppen wie die Spectra des Leuchtgases, des Elayls und des Cyans, nur ist ihre relative Lage eine andere, wie sich der Verfasser dieser Zeilen durch eigene Anschauung zu überzeugen die Gelegenheit hatte.

---

[1]) Edinburgh philosoph. Transactions Vol. XXII. pag. 224.

[2]) De Spectraal-Analyse, Akademisch Proefschrift, Rotterdam E. H. Tassemeyer. 1863.

[3]) Philosoph. Transactions of the Royal Society of London. Vol. 155. Part. I, p. 15.

Während in den Spectren des Cyans und des Leuchtgases die drei im gelblichgrünen, grünen und blauen Theile unmittelbar aufeinander folgenden Gruppen vollständig coincidiren, ist dies beim Spectrum der Bessemerflamme weder in Beziehung auf die genannten noch auf andere auch nicht bei einer Gruppe der Fall. Einen ferneren und bemerkenswerthen Unterschied bietet die Verschiedenheit in der Lichtintensität der einzelnen Linien; bei den bis jetzt untersuchten Kohlenstoffspectren ist es regelmäßig, daß die am wenigsten abgelenkte Linie jeder Gruppe am hellsten ist, und die folgenden an Lichtstärke abnehmen; beim Bessemerspectrum findet für die Gruppen β und γ gerade das Gegentheil statt, und bei den Gruppen δ und ε konnte ein Unterschied überhaupt kaum wahrgenommen werden.

Die angeführten Abweichungen verleihen diesem Spectrum etwas Eigenthümliches; und zieht man überdies noch die chemische Natur des Kohlenoxydes in Betracht, welche die Annahme, daß beim Verbrennen Kohlenstoff ausgeschieden werde, nicht zuläßt, so ist der Schluß wohl gerechtfertigt, daß das Bessemerspectrum dem glühenden Kohlenoxyde und nicht dem Kohlenstoffe seine Entstehung verdanke.

Endlich mag noch erwähnt werden, daß Versuche, mit Hilfe farbiger Gläser einzelne Theile des Spectrums abzublenden, um andere desto deutlicher zu sehen, zu keinem bemerkenswerthen Ergebnisse geführt haben.

Über die Art der Entwicklung des Bessemerspectrums in den einzelnen Stadien des Processes und über den Zusammenhang der Änderungen desselben mit jenen, welche die Flamme während der Charge erleidet, wurden folgende Wahrnehmungen gemacht, welche, obschon sie sich nur auf Chargen beziehen, die stets mit derselben Eisensorte, nämlich mit grauem Holzkohleneisen durchgeführt wurden, doch geeignet sind, zu zeigen, daß der Verlauf einer Charge durch den Spectralapparat verfolgt werden kann.

Zu Beginn der Charge zeigt sich ein schwaches continuirliches Spectrum, der gelbe Theil ist nahezu gar nicht vorhanden, blau und violett sind nur sehr schwach sichtbar, selbst die Natriumlinie fehlt. Diese bei der großen Empfindlichkeit der Natriumreaction höchst merkwürdige Thatsache kann wohl nicht durch die Abwesenheit der Dämpfe von Natriumverbindungen, oder durch eine nicht hinreichend hohe Temperatur erklärt werden, sondern sie ist einem andern

Umstande zuzuschreiben. Die Flamme, wie sie sich in der Schlackenbildungsperiode repräsentirt, ist nämlich keine Flamme im wahren Sinne des Wortes, da sie nicht durch verbrennende Gase, sondern nur durch eine Masse glühender fester Häubchen gebildet wird, die im Vereine mit der reichlichen Funkengarbe die äußere Erscheinung einer Flamme annimmt. Im weiteren Verlaufe dieser Periode nimmt die Lichtintensität und Ausbreitung des continuirlichen Spectrums zu und längstens eine Minute nach dem ersten stärkeren Schlackenauswurfe, häufig aber auch allsogleich, beginnt die Natriumlinie aufzublitzen; nach weiteren 1—2 Minuten bleibt sie sodann deutlich und bis zum Schlusse der Charge sichtbar.

Durch diese Erscheinung ist der Beginn der Kochperiode gekennzeichnet; denn sobald als die Natriumlinie bleibend auftritt können im grünlichgelben, grünnen und violetten Theil des Spectrums je eine Linie wahrgenommen werden, und sowie für das geübte Auge des Hüttenmannes das Erscheinen des Kohlenoxydes in der Flamme den Periodenwechsel anzeigt, so ist derselbe auch durch das Auftreten dieser ersten Kohlenoxydlinien signalisirt. Die Linien, welche zuerst erscheinen, sind: 184 der Gruppe β, 171·5 der Gruppe γ und die mit η bezeichnete violette Linie 2; letztere liegt unmittelbar neben $K\beta$, ist jedoch mehr abgelenkt als diese [1]).

Während der Kochperiode vergrößert sich nunmehr die Flamme bedeutend, sie ist unruhig, flackernd, bedeutend verlängert und zeigt manchmal in ihrem Inneren einen gelblichen, stoßweise aus der Retortenmündung tretenden Kegel; die Leuchtkraft der Flamme nimmt fortwährend zu, dessenungeachtet ist sie durchsichtig, wovon man sich bei geeigneter Stellung mit freiem Auge, leichter jedoch beim Durchsehen durch ein farbiges Glas, z. B. durch ein grünes überzeugen kann. Mit der Entwicklung der Flamme schreitet nun auch die des Spectrums gleichmäßig fort, es zeigen sich die Linien der Gruppen δ und ε, die Gruppen β und γ vervollständigen sich, und endlich erscheinen auch die rothen Linien der Gruppe α. Bei sehr großer Schärfe des Spectrums schließen sich an die Linie 136·5

---

[1]) Nur bei enger Spaltöffnung ist diese Linie von $K\beta$ ganz deutlich getrennt, bei mehr erweiterter Spalte berühren sich beide und bilden einen einzigen breiten violetten Streifen; bei der für die Beobachtung überhaupt günstigsten Spaltweite ist der Raum zwischen beiden Linien eben so breit als jede von diesen selbst.



der Gruppe *e* eine Anzahl von schwachen blauen Linien an, die den Raum bis 113 ausfüllen.

Da die Lichtquelle, welche das Spectrum liefert, nicht ruhig ist, so wechselt auch dasselbe fortwährend, womit jedoch nicht ein Erscheinen oder Verschwinden von hellen Linien, sondern das von dunklen Schattirungen, welche zweifellos als Absorptionsstreifen zu bezeichnen sind, verbunden ist. Die Entstehung derselben ist durch das ganz regellos wechselnde stärkere und schwächere Leuchten der Flamme an der dem Apparate zugewendeten und abgekehrten Seite hinreichend erklärt. Konstant bleiben jedoch die unter 204 und 200 angeführten dunklen Streifen.

In der nun folgenden Frischperiode besitzt die Flamme eine eigenthümliche Gestaltung und eine bedeutend erhöhte Temperatur und Leuchtkraft, die sich manchmal bis zum glänzendsten Weiß steigert; dies ist auch auf das Spectrum von Einfluß, denn die Lichtintensität der Linien erreicht in dieser Periode ihr Maximum, was der geübte Beobachter leicht erkennen wird; aber der Beginn dieser Periode ist nicht so genau bestimmbar, als es bei dem der Kochperiode der Fall war. Daß übrigens der Übergang von der letztgenannten Periode zur Frischperiode nicht scharf wahrnehmbar sei, wurde schon in dem ersten Berichte [1]) des Staatseisenwerkes zu Neuberg ausgesprochen, und dürfte allgemein anerkannt werden.

Obschon nun der Beginn der Frischperiode sich nicht genau bestimmen läßt, so ist doch für diese das Erscheinen von neuen in den früheren Perioden nicht sichtbaren Linien im blauvioletten Theil des Spectrums sehr bezeichnend. Dieselben konnten bei acht Chargen zwar nur fünfmal mehr oder weniger gut entwickelt und dreimal nur schwach angedeutet beobachtet werden, aber dessenungeachtet sind sie für diese Periode als charakterisch zu betrachten. Ungefähr 4—6 Minuten vor Ende der Charge, also im Stadium des intensivsten Frischens machte sich eine Gruppe von vier blauen, gleichweit von einander abstehenden Linien (81—67), die das Ansehen von Doppellinien hatten, bemerkbar, der sich alsbald eine einzelne sehr helle und scharf begrenzte blauviolette Linie (41) anschloß; diese Linien bleiben durch einige Minuten sichtbar, worauf alsdann die einzelne früher erlosch als die Gruppe, mit deren Verschwinden auch das

---

[1]) Das Bessemern in Österreich von O. Freiherrn v. Hingenau. Wien 1865, p. 101.



ganze Spectrum seine Schärfe zu verlieren begann, ein Anzeichen des nahen Endes der Entkohlung. Die Lichtintensität des Hintergrundes bleibt unverändert, während die der Linien abnimmt, und endlich verschwinden dieselben in ziemlich rascher Aufeinanderfolge und zwar in der umgekehrten Reihenfolge, in der sie erschienen, bis nur mehr die zwei Linien 184 und 171·5 wahrnehmbar sind; in diesem Momente wurden die Chargen gewöhnlich beendet.

Aus dem Angeführten ergibt sich nun, daß mit Hilfe des Spectralapparates sowohl der Beginn als auch das Ende der Entkohlung des Eisens sich genau bestimmen läßt, daß das Auftreten der blauvioletten Linien während der Frischperiode ein eigenes Stadium derselben charakterisirt, welches nur auf diesem Wege erkannt werden kann, und daß sowohl das Erscheinen als das Verschwinden dieser Linien als Erkennungszeichen zum Beenden der Charge benützt werden können.

Die Beobachtungen wurden in der Bessemerhütte des Walzwerkes der k. k. priv. Südbahn-Gesellschaft zu Gratz angestellt.

Über die Entwickelung der Milz.

Von Dr. Peremeschko aus Kasan.

(Aus dem physiologischen Institute der Wiener Universität.)

(Mit 2 Tafeln.)

Die älteren und neueren Embryologen stimmen darin überein, daß die erste Anlage der Milz im Gekröse des Magens neben dem Pancreas erscheint, wenn schon andere Organe — wie Leber, Magen, Pancreas — in ihrer Entwickelung soweit vorgeschritten sind, daß sie als solche leicht erkannt werden können.

In Bezug auf die Zeit der Entwickelung der einzelnen morphologischen Bestandtheile des betreffenden Organes sind aber die Meinungen der verschiedenen Forscher nicht so übereinstimmend und oft sogar ganz widersprechend; so haben Rathke [1]) — bei Amphibien — Arnold [2]) und Bischoff [3]) — bei Säugethieren — die Milz schon im Anfange ihrer Entwickelung sehr reich an Blutgefäßen gesehen; Remak [4]) dagegen beschreibt sie — bei Vögeln — als ein im Anfange weißes gefäßloses Körperchen, in welchem sich die Gefäße erst später entwickeln.

Nach Kölliker [5]) besteht die Milz — bei Säugethieren — im Anfange nur aus Zellen, während Gefäße und Bindegewebe erst im dritten Monate erscheinen.

Über die Entwickelung der Malpighischen Körperchen sind die Meinungen nicht minder verschieden; Valentin [6]) hat sie bei Schweinsembryonen von $3^1/_2$ Zoll Körperlänge nocht nicht sehen

[1]) Entwickelungsgeschichte der Natter 1839.
[2]) Salzb. medicin. Zeitung. 1831. IV. S. 301.
[3]) Entwickelungsgeschichte der Säugethiere. 1849. S. 285.
[4]) Untersuchungen über die Entwickelung der Wirbelthiere. 1855.
[5]) Entwickelungsgeschichte des Menschen und der höheren Thiere. 1861.
[6]) In Bischoff's Entwickelungsgeschichte der Säugethiere.

können, „obgleich sie sich eben zu entwickeln schienen" (?); er vermochte sie nur bei halbreifen Rindsembryonen zu sehen. Nach Remak dagegen treten Malpighische Körperchen auf ehe Pulpa und Gefässe entstehen und stellen kleine Höckerchen dar, zwischen welchen später Pulpa und Gefäße erscheinen. Nach Kölliker endlich entwickeln sich die Malpighischen Körperchen erst am Ende des embryonalen Lebens.

Die Resultate meiner Untersuchungen, die ich nur an Säugethierembryonen angestellt habe, stimmen wohl zum Theile mit den Angaben der früheren Autoren überein, zum Theile sind sie von denselben verschieden; letzteres rührt her von der Bereitungsweise meiner Präparate, die mich in den Stand gesetzt hat durch die frühesten Stadien der embryonalen Milz Durchschnitte zu bekommen, welche ich im durchfallenden Lichte mit unseren besten Hülfsmitteln beobachten konnte. Die Milz von Rinds- und Schweinsembryonen, nachdem sie durch zwei oder drei Tage in einer schwachen Chromsäurelösung gelegen hatte, ließ ich dann in Alkohol erhärten; das so gehärtete Organ wurde eingebettet und aus demselben Schnitte bereitet, die ich mit Carmin färbte und mit Terpentinöl durchsichtig, machte.

Die Milz entwickelt sich im Gekröse des Magens neben dem Pancreas und zwar in jener Periode, in welcher der Magen sich schon durch seine Gestalt vom übrigen Darmtract unterscheidet. Fig. 1 stellt den Querschnitt eines Embryo von 1 Ctm. Körperlänge in der Gegend des Magens vor; das Darmgekröse *a)*, welches von der Mittelplatte (Remak) oder Gekröseplatte (v. Baer) zur Magenwand hinzieht, und in welchem sich später die Milz entwickelt, ist sehr reich an Blutgefäßen und besteht aus kleinen meist runden noch ganz indifferenten Zellen (Fig. 2). Legt man den Schnitt durch denselben Embryo etwas tiefer, so findet man in demselben Gekröse die erste Anlage des Pancreas (Fig. 3, *a*), welches sich also früher als die Milz zu entwickeln beginnt und jetzt noch aus compacten Zellenmassen besteht.

Die Entwickelung der Milz beginnt mit Vermehrung und gleichzeitiger Differenzirung der Zellen des Gekröses; bei Schweinsembryonen von 2 Ctm. Körperlänge (Fig. 4) finden wir schon eine beträchtliche Anhäufung dieser Zellen, wodurch an einer genau umgrenzten Stelle jene Verdickung des Gekröses gebildet wird, welche

die künftige Milz darstellt und sich schon in dieser Entwickelungsperiode auf einer Seite vom Pancreas *b)* auf der anderen vom Gekröse abschnürt. Die Milz besteht zu dieser Zeit, wie feine Schnitte zeigen, nur aus runden oder länglichen Zellen und enthält kein faseriges Gewebe (Fig. 5). Man kann aber schon jetzt auf Querschnitten zwischen den genannten Zellen die Lumina der großen Blutgefäße sehen; dieser Befund berechtigt mich zur Annahme, daß die Milz schon in ihrer frühesten Entwickelung Blutgefäße enthält und nicht, wie einige angeben, gefäßlos ist.

Die Abschnürung der sich entwickelnden Milz vom Pancreas vollendet sich in einem noch sehr frühen Stadium der Entwickelung, so daß man schon bei Schweinsembryonen von 3 Ctm. Körperlänge keine Verbindung mehr sehen kann.

Weitere Beobachtungen beziehen sich auf Rindsembryonen.

Nach der Abschnürung der Milz von dem Pancreas schreitet die Differenzirung der Zellen, welche, wie ich oben erwähnte, schon früher begonnen hat, rasch vorwärts.

In diesem Stadium ist es schon nicht schwierig die Milz mit unbewaffnetem Auge, als ein kleines, rothes, längliches, auf der oberen Hälfte der großen Magencurvatur aufsitzendes Körperchen, zu erkennen.

An dickeren Schnitten des Organes sieht man bei Embryonen von 7 Ctm. Körperlänge, besonders wenn die Schnitte mit Carmin infiltrirt waren, die Bildung der dickeren Balken durch Verlängerung der Zellen und Auswachsen derselben in Fortsätze (Fig. 6). Auf sehr feinen Durchschnitten sieht man weiter bei Embryonen von derselben Grösse die Bildung eines feinen bindegewebigen Fasernetzes, in welchem sich später die zelligen Elemente der Milzpulpa befinden. Dieses Netz entsteht, wie Fig. 8 zeigt, durch Auswachsen der Zellen in Fortsätze und Vereinigung letzterer unter einander.

Einige Beobachter leugnen das Vorhandensein dieses Netzes. Stieda [1]) z. B. sagt: „es existirt in der Milzpulga kein bindegewebiges Fasernetz; das von einigen Autoren als solches gedeutete Netzwerk ist das nicht injicirte Capillarnetz.“ Nach seiner Meinung besteht die Milzpulpa aus einem Netze von Capillargefässen in dessen Maschen zellige Elemente eingebettet sind. Wenn hiermit ein aus-

[1]) Über das Capillarsystem der Milz. 1862.

gebildetes Faserwerk wie das subcutane oder submucöse Bindegewebe gemeint sein soll, so existirt ein solches in der Milzpulpa allerdings nicht, wohl aber ein bindegewebiges Gerüst, ganz ähnlich wie in den Lymphdrüsen: in die Maschenräume desselben sind die Zellen der Milzpulpa eingelagert. Die Entwickelung der Milz zeigt, daß dieses Netz auf analoge Weise wie in den Lymphdrüsen entsteht (Sertoli) [1].

Diese auf die beschriebene Weise gebildeten Maschen finden wir schon bei Embryonen von der erwähnten Größe mit rothen Blutkörperchen stark angefüllt, zwischen welchen sich hie und da größere und kleinere Zellen mit einem oder mehreren dunkeln Körnchen befinden. Wir finden demnach die Milz schon in dieser Periode ehe noch die zelligen Elemente der Pulpa in hinlänglicher Quantität gebildet sind, mit Blut überfüllt.

Was ferner die zelligen Elemente der Milzpulpa anbetrifft, so erscheinen bei der fortschreitenden Entwickelung des Organes neben den eben genannten Zellen in den Maschen der Pulpa kleine runde Kerne, welche man bei Embryonen von 10 Ctm. Körperlänge zwar schon, aber noch in geringer Menge und ziemlich regelmässig in der Pulpa zwischen rothen Blutkörperchen eingestreut findet; bei Embryonen von 15 Ctm. Körperlänge ist die Menge dieser Kerne schon größer und bemerkt man, besonders um die Blutgefäße herum, eine stellenweise Anhäufung derselben (Fig. 8). Diese Kerne unterscheiden sich von anderen in der Milzpulpa zu derselben Zeit befindlichen Elementen dadurch, daß sie sich mit Carmin sehr stark imbibiren. Die feinen Schnitte der Milz aus dieser Entwickelungsperiode zeigen, daß das Organ schon in allen seinen Theilen ganz entwickelt ist, sich aber noch von der Milz erwachsener Thiere durch die geringere Menge der zelligen Elemente der Pulpa unterscheidet. Fig. 9 stellt einen Durchschnitt der Milz aus dieser Periode dar. Die Maschen der Pulpa sind sehr deutlich sichtbar; einige derselben enthalten Blutgerinsel oder Blutkörperchen, andere die beschriebenen Zellen und Kerne; an denjenigen Stellen, wo sich die maschenbildenden Fasern unter einander kreuzen, sieht man kleine Kerne meist von unregelmässig runder Form. Die Größe der Maschen beträgt von 0·02—0·03‴, die Größe der Zellen 0·01‴, die der Kerne (der Pulpa-

---

[1]) Sitzungsbericht d. Wiener Akademie. Bd. LIV. 1866. Abth. II, p. 149.



kerne) 0·0025‴. Die größeren Balken sind zu dieser Zeit ebenfalls deutlich zu sehen und enthalten in ihrer Mitte glatte Muskelfasern, in Form schmaler, länglicher, feinkörniger Zellen (Fig. 10). In dieser Periode finden wir auch schon die von mir beschriebenen Protoplasmakörper.

Die Vermehrung der oben erwähnten Kerne schreitet sehr rasch vorwärts; bei Embryonen von 20 Centim. Körperlänge finden sie sich schon in beträchtlicher Menge sowohl in den Maschen der Pulpa, als auch stellenweise um die Blutgefäße herum und werden zugleich grösser. An mit Carmin infiltrirten Schnitten erscheinen diese Anhäufungen von Kernen bei schwacher Vergrößerung wie kleine auf hellerem Grunde liegende Inselchen von unregelmäßig runder Form (Fig. 11) und bei stärkerer Vergrößerung kann man sich leicht überzeugen, daß diese Anhäufungen in den Scheiden der kleinen Arterien sich befinden. An denjenigen Stellen, an welchen diese Kerne nicht so massenhaft angehäuft sind, kann man zwischen denselben Fasern sehen, welche bei feineren Schnitten als ein Netz erscheinen, dessen Maschen jedoch kleiner sind als die Maschen der Pulpa. Fig. XII stellt eine solche um die Arterie herum in der Scheide derselben liegende Anhäufung dar, welche zwar schon die Form der Malpighischen Körperchen hat, sich aber von denen des Erwachsenen durch geringere Menge der zelligen Elemente unterscheidet. Fig. XIII zeigt ein Malpighisches Körperchen von einem 45 Centim. Körperlänge messenden Embryo, welches sich von dem eines Erwachsenen durch nichts mehr unterscheidet. Die Entwickelung der Malpighischen Körperchen beginnt demnach in einer ziemlich frühen Periode der Entwickelung der Milz (bei Embryonen zwischen 10 und 15 Centim.) und erreicht bei Embryonen zwischen 45 und 50 Centim. eine derartig beträchtliche Grösse, daß man geneigt wäre, sie dessen aus der Milz der Erwachsenen nicht hintanzustellen. Es muß noch bemerkt werden, daß die Malpighischen Körperchen bei allen Embryonen fast ausschliesslich aus den oben genannten Kernen bestehen und die Zellen hier noch spärlicher auftreten als in der Pulpa.

Die allmälige Anhäufung der Kerne beschreibt Sertoli bei der Entwickelung der Lymphdrüsen; er unterscheidet aber eine primäre Vermehrung derselben, welche die Entwickelung des — wie er es nennt — Grundgewebes (Stroma) der Drüse charakterisirt und in einer gewissen Periode der Entwickelung eine secundäre Vermehrung

derselben, worunter er die Bildung der specifischen Elemente der Drüsen — die Lymphkörperchen — versteht. In der embryonalen Milz habe ich nur drei Arten von zelligen Elementen gesehen, welcher ich theilweise schon oben Erwähnung gethan habe; es sind nämlich *a*, feinkörnige grössere und kleinere mit einem oder mehreren dunkeln Körnchen versehene Zellen, welche mit Carmin blaßroth infiltrirt werden und sich, wie es scheint, von den Lymphkörperchen in keiner Weise unterscheiden; *b*, kleine Kerne, welche sich mit Carmin sehr intensiv infiltriren und *c*, Protoplasmakörper. Bei jüngeren Embryonen von 15 bis 20 Centim. Körperlänge finden wir Zellen und Kerne fast in gleicher Menge: bei solchen von 20 Centim. aber treten die Kerne schon in überwiegender Anzahl auf, während sich die Zellen sehr langsam vermehren, wenigstens durch die ganze Embryonalperiode in sehr beschränkter Anzahl vorfinden; Protoplasmakörper endlich finden sich in geringer Menge schon bei Embryonen von 15 Ctm. Körperlänge, vermehren sich nach und nach, erreichen ihr Maximum bei Embryonen zwischen 45 und 50 Ctm., um von nun an wieder an Zahl abzunehmen. Andere Elemente, welche sich in der Milz erwachsener Thiere finden, wie mehrkernige Zellen, Körnchenzellen, pigmentführende Zellen habe ich bei Embryonen, selbst bei behaarten nicht finden können.

Bezüglich der Vertheilung der Blutgefäße in der Milz widersprechen sich, wie bekannt, die Meinungen der Beobachter; einige behaupten, daß die Arterien sich mit den Venen durch Capillargefäße verbinden; andere dagegen nehmen außerdem mit Recht zwischen den Capillargefäßen und Venen ein System von Hohlräumen (intermediäres Gefäßsystem) an, in welchen das Blut mit Elementen der Milzpulpa in unmittelbarer Berührung tritt. Was die embryonalen Milzen anbetrifft, so haben wir gesehen, daß schon bei ganz jungen Embryonen (Rindsembryo von sieben Centim. Körperlänge) die Maschen der Pulpa mit Blutkörperchen angefüllt sind; in den weiteren Perioden der Entwickelung (bei Embryonen von 10, 15, 20 Centim. Körperlänge), wo die Menge der zelligen Elemente der Pulpa noch nicht sehr groß ist, sind die Maschen derselben immer mit Blut gefüllt; diese Erscheinung wiederholt sich so constant, daß man sie nicht für Blutextravasate erklären kann, sondern sich dafür entscheiden muß, daß schon in der embryonalen Milz wirklich das intermediäre System existirt.

An gut mit löslicher Berliner-Blau injicirten Milzen sieht man, daß vom intermediären Gefäßsystem aus, zahlreiche feine und dadurch den Blutkörperchen unzugängliche Wege überall in das Pulpagerüste eindringen; sie sind ganz analog den Gängen und Hohlräumen, welche Kowalewsky in den Balken der Marksubstanz der Lymphdrüsen beschrieben hat; nur daß sie sich in diesen letzteren von Lymphbahnen, in der Milz aber von Blutbahnen abzweigen; wie früh diese feinen Gänge und kleinen Hohlräume in der embryonalen Milz vorhanden sind, kann ich nicht angeben, denn bei jungen Embryonen gelingt die Injection nicht und man muß deßhalb die Ausbreitung des intermediären Gefäßsystems lediglich nach der Anhäufung von Blutkörperchen beurtheilen. Diese feinen Gänge habe ich bei Rindembryonen von 30 Centim. Körperlänge schon ziemlich vollständig injicirt und schon bei Embryonen von 15 Centim. Körperlänge glaube ich sie an ihrem Inhalte von geronnenem Blutplasma theilweise erkannt zu haben.

Erklärung der Tafeln.

Fig. 1. Stellt den Durchschnitt eines Schweinsembryo von 1 Centim. Körperlänge in der Gegend des Magens vor. *a*, das Gekröse des Magens, in welchem sich später die Milz entwickelt.

„ 2. Die noch indifferenten Zellen des Magengekröses.

„ 3. Durchschnitt durch denselben Embryo; *a* Anlage des Pancreas.

„ 4. Durchschnitt durch einen Schweinsembryo von 2 Centim. Körperlänge zeigt die Abschnürung der Milz *a*, vom Pancreas *b*.

„ 5. Die Zellen der Milz in der Periode der Abschnürung.

„ 6. Die weitere Differenzirung der Zellen und Bildung der gröberen Balken nach vollendeter Abschnürung der Milz.

„ 7. Die Bildung der Maschen der Pulpa.

„ 8. Das erste Auftreten der Kerne der Pulpa.

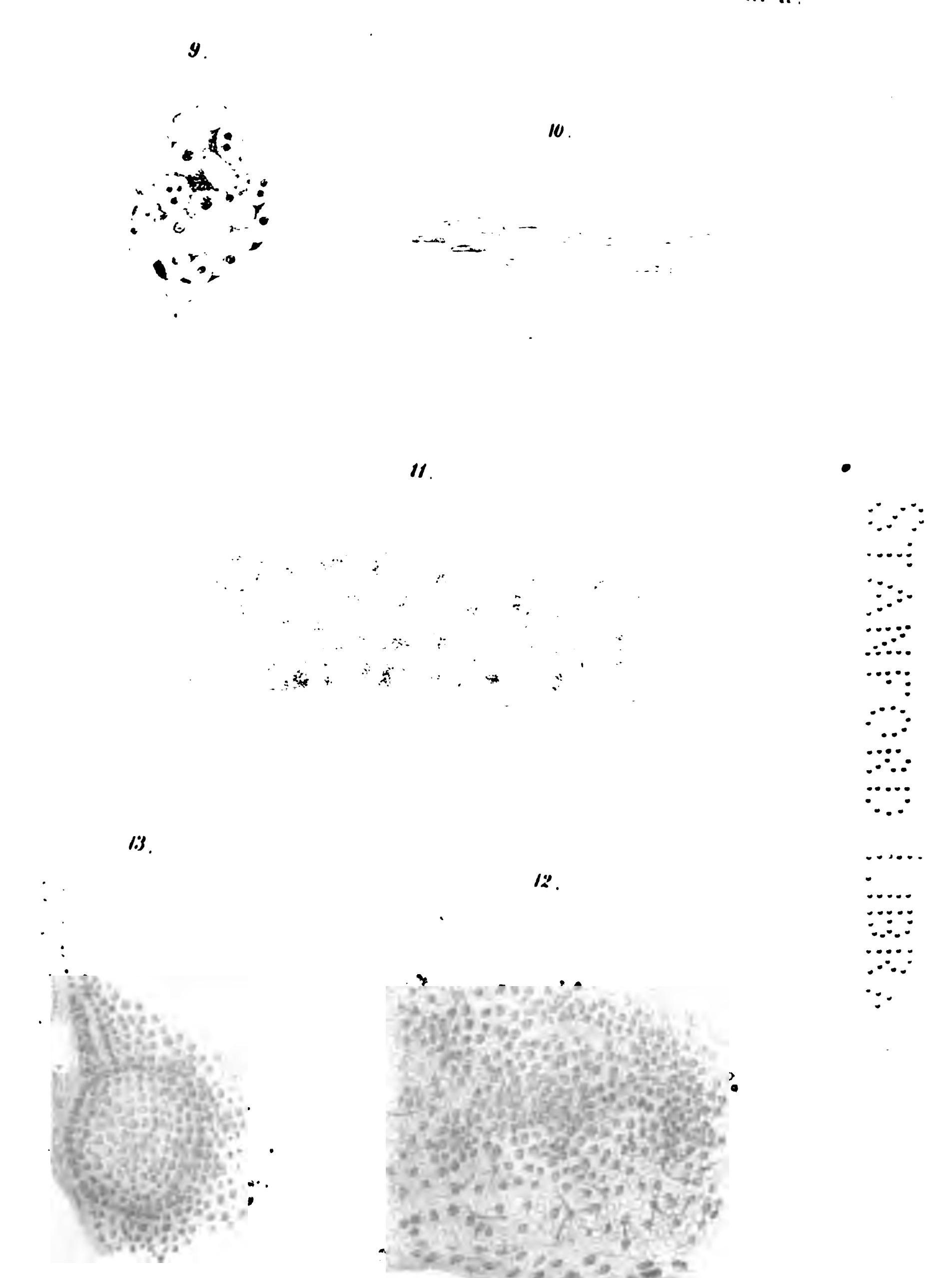
„ 9. Dasselbe Präparat bei stärkerer Vergrößerung.

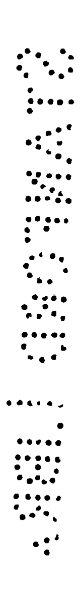
„ 10. Die glatten Muskelfasern in den Balken.

„ 11. Die ersten Anhäufungen der Kerne um die Blutgefäße herum bei schwacher Vergrößerung.

„ 12. Dasselbe Präparat bei stärkerer Vergrößerung.

„ 13. Ein ganz entwickeltes Malpighisches Körperchen bei einem Rindsembryo von 45 Centim. Körperlänge.


9.
10.
11.
13.
12.



Über Aescigenin und einige damit verwandte Stoffe, Caïncin, und Chinovin.

Von dem w. M. Dr. **Friedrich Rochleder.**

Die Bildung des Argyraescin findet nicht in jedem Jahre in den Samen der Roßkastanie statt. Bisweilen wird statt dessen eine damit homologe Substanz erzeugt, die um C_2H_2 in der Reihe niedriger steht und in allen Eigenschaften die täuschendste Ähnlichkeit mit dem Argyraescin zeigt. Wird dieser Körper zuerst mit Alkali, dann mit Salzsäuregas in alkoholischer Lösung behandelt, so liefert er statt des Aescigenin als letztes Spaltungsproduct den zweiatomigen Alcohol $C_{22}H_{18}O_4$.

I. 0·2329 bei 115° C. getrocknet gaben 0·6175 Kohlensäure und 0·2113 Wasser.

II. 0·2169 bei 117° C. getrocknet gaben 0·5742 Kohlensäure und 0·1986 Wasser.

		Berechnet		I.		II.
C_{22} = 132	—	72·53	—	72·31	—	72·19
H_{18} = 18	—	9·89	—	10·08	—	10·17
O_4 = 32	—	17·58	—	17·61	—	17·64
182	—	100·00	—	100·00	—	100·00

Wahrscheinlich kömmt dieser Körper, den ich in den Samen vom Jahre 1861 fand, oft neben Argyraescin vor und dürfte dann von diesem nur schwierig zu trennen sein.

Ich habe mit Chinovin, Caïncin und Saponin eine Reihe von Versuchen begonnen, von denen ich mir hier einige mitzutheilen erlaube.

Das Chinovin wird durch Säuren nur schwierig angegriffen, wenn diese mit Wasser verdünnt darauf in der Wärme einwirken. Hlasiwetz hat durch Salzsäure das Chinovin in alcoholischer Lösung in einen dem Mannitan ähnlichen Körper und Chinovasäure

zerlegt. Mit außerordentlicher Leichtigkeit ohne Anwendung einer erhöhten Temperatur wird die Spaltung durch Natriumamalgam bewerkstelliget.

Bringt man Chinovin in ein Gefäß, übergießt es mit sehr wasserhaltigem Weingeist und wirft Stücke von Natriumamalgam hinein, so färbt sich die Flüssigkeit bald schwach bräunlich gelb, das Chinovin löst sich auf und es schwimmen einige graue Flocken einer wachsartigen Substanz in der Flüssigkeit. Gießt man nach zwölf Stunden die Flüssigkeit vom Quecksilber und Natriumamalgam ab, filtrirt sie und dampft sie auf dem Wasserbade ein, so erstarrt sie beim Erkalten zu einer Masse von kleinen Krystallen. Bringt man diese auf eine Platte von unglasirtem Porzellan, so wird die bräunliche Mutterlauge vollständig aufgesogen und es bleibt ein blendend weißes, krystallinisches Natronsalz zurück.

0·2969 dieses Salzes gaben 0·0517 schwefelsaures Natron entsprechend 0·02257 Natron.

Die weingeistige Lösung des Salzes mit Salzsäure zersetzt gibt reine Chinovasäure, welche bei der Analyse folgende Zahlen gab:

0·1823 bei 100° C. im Kohlensäurestrom getrocknet gaben 0·4928 Kohlensäure und 0·1633 Wasser.

	Berechnet		Gefunden
C_{48}	= 73·84	—	73·72
H_{38}	= 9·74	—	9·95
O_8	= 16·42	—	16·33
	100·00	—	100·00

	Berechnet		Gefunden
$C_{48}H_{37}O_7$	= 92·48	—	92·40
NaO	= 7·52	—	7·60
	100·00	—	100·00

Bis jetzt waren nur Salze von der Zusammensetzung $C_{48}H_{36}M_2O_8$ dargestellt worden. Das Natronsalz ist das einzige, bis jetzt dargestellte Salz, welches der Formel $C_{48}H_{37}MO_8$ entspricht.

Weitere Versuche über Chinovasäure werde ich demnächst beschreiben.

Ganz anders verläuft der Proceß, wenn Natriumamalgam auf Caïncasäure oder Caïncin einwirkt.

Im Jahre 1850 habe ich in Gemeinschaft mit Hlasiwetz der k. Akademie eine Abhandlung über die Caïncasäure oder das Caïncin vorzulegen die Ehre gehabt. Ich habe später diese Versuche mit Herrn Kawalier (1856) fortgesetzt und in den Jahren 1861 und 1862 dieselbe Substanz nochmals in Arbeit genommen; die Resultate dieser Arbeit wurden in der Sitzung vom 3. Jänner 1862 der math.-naturw. Classe der k. Akademie vorgelegt. Die in diesen verschiedenen Abhandlungen gegebenen Daten über Caïncin zusammengehalten mit den Resultaten der Versuche, die ich eben mitzutheilen im Begriffe bin, lassen nicht nur die Aufstellung einer einfacheren Formel für das Caïncin zu, sondern zeigen auch den Zusammenhang dieser Substanz mit dem Aescigenin der Roßkastanien und erlauben einen Schluß auf die Bildung dieser Substanz in der Chiococca.

Die Formel, welche ich hier (anstatt der früher aufgestellten $= C_{120}H_{91}O_{52}$) für die Caïncasäure oder das Caïncin gebe, ist: $C_{80}H_{64}O_{36}$ für die nahe bei 100° C. im Vacuo getrocknete Substanz. In diesem Zustande der Trockenheit wurde sie von Herrn Kawalier analysirt.

			Berechnet		Gefunden
C_{80}	= 480	—	57·69	—	57·41
H_{64}	= 64	—	7·69	—	7·86
O_{36}	= 288	—	34·62	—	34·73
	832	—	100·00	—	100·00

Bei lange fortgesetztem Trocknen verliert das Caïncin noch etwas Wasser, so daß seine Zusammensetzung dann der Formel $C_{80}H_{64}O_{36} + C_{80}H_{62}O_{34}$ entspricht. Mit dieser Formel stimmen die Analysen von Hlasiwetz und mir.

Berechnet		I.		II.		III.		IV.		V.
C 58·32	—	58·40	—	58·08	—	58·34	—	58·18	—	58·13
H 7·66	—	7·60	—	7·77	—	7·93	—	7·87	—	7·72
O 34·02	—	34·00	—	34·15	—	33·73	—	33·95	—	34·15
100·00	—	100·00	—	100·00	—	100·00	—	100·00	—	100·00

Durch Salzsäure in alcoholischer Lösung wird bei höherer Temperatur das Caïncin zerlegt in Zucker und Caïncetin, für welches ich die Formel $C_{60}H_{46}O_{8}$ aufgestellt habe. Die Zusammensetzung des Caïncetin wird durch die Formel $C_{44}H_{34}O_{6}$ ausgedrückt.

		Berechnet		Gefunden
$C_{44} = 264$	—	76·30	—	76·35
$H_{34} = 34$	—	9·83	—	9·82
$O_{6} = 48$	—	13·87	—	13·83
346	—	100·00	—	100·00

Die Spaltung geht nach dem Schema vor sich $C_{80}H_{64}O_{36} + 6HO = C_{44}H_{34}O_{6} + 3(C_{12}H_{12}O_{12})$.

Die Menge des dabei entstehenden Caïncetin berechnet sich zu 41·59 Pct. Ich habe mit Kawalier 40·09 Pct. Caïncetin erhalten.

Die Verbindungen des Caïncetin mit Kali und Baryt, denen die Formeln $C_{60}H_{46}O_{8}$, KO und $C_{60}H_{47}O_{9}$, BaO beigelegt wurden, sind Gemische, deren Zusammensetzung auf die Formel des Caïncetin $= C_{44}H_{34}O_{6}$ berechnet, sich folgendermaßen herausstellt.

	Berechnet		I.		II.
C_{176}	= 69·23	—	69·33	—	69·58
H_{136}	= 8·92	—	8·91	—	9·08
O_{24}	= 12·59	—	12·67	—	12·42
3KO	= 9·26	—	9·09	—	8·92
	100·00	—	100·00	—	100·00

$$C_{176}H_{136}O_{24} = 4(C_{44}H_{34}O_{6}).$$

	Berechnet		Gefunden
C_{176}	= 64·36	—	64·59
H_{139}	= 8·47	—	8·51
O_{27}	= 13·16	—	13·38
3BaO	= 14·01	—	13·52
	100·00	—	100·00

$$C_{176}H_{139}O_{27}, 3BaO = 4(C_{44}H_{34}O_{6}) + 3(BaHO_{2}).$$

Eigentliche Salze von dem Caïncetin zu erhalten ist wohl keine Aussicht vorhanden nach der Natur dieses Körpers, die sogleich besprochen werden soll.

Das Caïncetin zerfällt beim Schmelzen mit Kalihydrat in buttersaures Kali und Caïncigenin, nach folgendem Schema

$$\underbrace{C_{44}H_{34}O_{6}}_{\text{Caïncetin}} + 6HO = \underbrace{2(C_{8}H_{8}O_{4})}_{\text{Butters.}} + \underbrace{C_{28}H_{24}O_{4}}_{\text{Caïncigenin.}}$$

Das Barytsalz der Buttersäure gab 49·26 Pct. Baryt. (Berechnet 49·21 Pct.). Das in wässeriger Kalilösung unlösliche Product, eine

Kaliverbindung des Caïncigenin, gab nach Entfernung des Kali mit Salzsäure, Waschen mit Wasser und Trocknen folgende Zusammensetzung: 0·183 gaben 0·5046 Kohlensäure und 0·1779 Wasser. Die Substanz war bei 130° C. im Kohlensäurestrom getrocknet worden.

			Berechnet		Gefunden
C_{28}	= 168	—	75·00	—	75·18
H_{24}	= 24	—	10·71	—	10·80
O_4	= 32	—	14·29	—	14·02
	224	—	100·00	—	100.00

Das Caïncigenin ist dem Aescigenin in seinen Eigenschaften und Verhalten gegen Lösungsmittel täuschend ähnlich, es gibt beim Erhitzen einen ähnlichen weihrauchartigen Geruch. Caïncigenin und Aescigenin sind homolog. Wir kennen somit drei Glieder dieser Reihe

$C_{22}H_{18}O_4$ = bisweilen in den Samen der Roßkastanien enthalten.
$C_{24}H_{20}O_4$ = Aescigenin.
$C_{28}H_{24}O_4$ = Caïncigenin.

Das Caïncetin kann nicht als normales buttersaures Caïncigenin angesehen werden, dazu fehlen H_2O_2 in seiner Zusammensetzung. Die sogleich zu beschreibenden Versuche beweisen, daß unter geeigneten Verhältnissen aus der Zusammensetzung des Caïncin ein Äquivalent Buttersäure abgetrennt werden kann, während kein zweites Äquivalent dieser Säure gebildet wird.

Caïncin wurde in Wasser, dem etwas Weingeist zugesetzt war, geworfen und Natriumamalgam zugefügt. Die Lösung der Säure ging schnell vor sich, die Flüssigkeit war bräunlich gefärbt. Nach 24 Stunden wurde die Lösung abgegossen, von einigen grauen Flocken abfiltrirt und mit Schwefelsäure versetzt, die mit sehr viel Wasser verdünnt war. Es entstand ein krystallinischer Niederschlag der mit Wasser gewaschen und zwischen Leinwand und Löschpapier gepreßt wurde. Es blieb eine blendend weiße, seidenglänzende Masse zurück, die bei der Analyse folgende Zusammensetzung zeigte.

I. 0·1926 bei 100° C. im Kohlensäurestrom getrocknet gaben 0·4168 Kohlensäure und 0·1397 Wasser.

II. 0·2225 bei 130° C. im Kohlensäurestrom getrocknet gaben 0·4832 Kohlensäure und 0·162 Wasser.

		Berechnet		I.		II.
C_{72} = 432	—	59·18	—	59·02	—	59·23
H_{58} = 58	—	7·95	—	8·06	—	8·09
O_{30} = 240	—	32·87	—	32·92	—	32·68
730	—	100·00	—	100·00	—	100·00

$$\underbrace{C_{80}H_{64}O_{36}}_{\text{Caïncin}} + H_4 = C_{80}H_{68}O_{36} = H_2O_2 + C_8H_8O_4 + C_{72}H_{58}O_{30}$$

Durch Lösen dieser Substanz in Alcohol, Versetzen mit rauchender Salzsäure und sechsstündiges Erhitzen im Wasserbade unter zeitweiligem Ersatze des verdampfenden Alcohols, wurde der Inhalt des Gefäßes zu einer durchsichtigen, glasartigen Gallerte von bräunlicher Farbe. In das Gefäß wurde Wasser gebracht, die Gallerte durch Schütteln darin vertheilt und auf ein Filter gebracht. Es floß eine hellweingelbe Flüssigkeit ab, auf dem Filter blieb eine gelatinöse, braune Substanz. Sie löste sich, als sie naß vom Filter genommen, mit wenig Alcohol und wenig concentrirter Kalilauge vermischt wurde. Dieser braunen Lösung wurde viel Wasser zugesetzt und in einer dem Siedepunkt nahen Temperatur der Weingeist verjagt. Aus der braunen, alkalischen Flüssigkeit setzte sich eine weiße Substanz ab, die auf einem Filter gesammelt, mit Kalilösung gewaschen und noch naß vom Filter genommen und in verdünnte Salzsäure eingetragen wurde. Während das Kali durch die Salzsäure ausgezogen wurde, schied sich die organische Substanz in weißen, käsigen Flocken aus. Sie wurden auf einem Filter mit Wasser gewaschen, noch feucht vom Filter in ein Gefäß gebracht und mit Äther geschüttelt, worin sich unter Abscheidung einiger, bräunlicher Flocken alles löste. Die farblose Lösung wurde im Wasserbade der Destillation unterworfen. Es bleibt ein rein weißer Rückstand, der sich in Alcohol viel weniger löst, als in Äther. Durch Behandeln mit einer unzureichenden Menge Alcohol wurde ein Theil der Substanz gelöst, während ein anderer Theil ungelöst blieb. Durch Abfiltriren der Lösung und Verdunsten im Wasserbade wurde der gelöste Theil gewonnen. Beide Theile wurden analysirt.

I. 0·1976 von dem ungelösten Antheil gaben bei 120° C. im Kohlensäurestrom getrocknet 0·568 Kohlensäure und 0·181 Wasser.

II. 0·1899 von dem gelösten Antheil gaben bei 120° C. getrocknet 0·5455 Kohlensäure und 0·1794 Wasser.

	Berechnet		I.		II.
$C_{36} = 216$	— 78·26	—	78·39	—	78·34
$H_{28} = 28$	— 10·15	—	10·18	—	10·49
$O_4 = 32$	— 11·59	—	11·43	—	11·17
276	— 100·00	—	100·00	—	100·00

$$C_{72}H_{58}O_{30} + 6HO = C_{36}H_{28}O_4 + C_{12}H_{12}O_{12} + 2(C_{12}H_{12}O_{10}.)$$

Die Substanz $C_{36}H_{28}O_4$ unterscheidet sich von dem Caïncetin $=$ $C_{44}H_{34}O_6$ durch ein Äquivalent des Buttersäureradicales, das Letzteres an der Stelle von einem Äquivalent Wasserstoff enthält.

$$C_8H_8O_4 + C_{36}H_{28}O_4 - 2HO = C_{44}H_{34}O_6.$$

Das nascirende Alkali hat aus dem Caïncetin ein Äquivalent Butyryl herausgenommen und ein Äquivalent Wasserstoff ist dafür eingetreten. Aus dem Caïncetin wird somit unter diesen Verhältnissen kein wasserstoffreicherer oder sauerstoffärmerer Körper gebildet. Wie der Vergleich der Zusammensetzung des Caïncin und des durch Natriumamalgam daraus gebildeten Productes zeigt, hat eine Entziehung von Sauerstoff durch den nascirenden Wasserstoff stattgefunden. Dieser Sauerstoff muß also dem Kohlehydrat entzogen worden sein, mit dem das Caïncetin in dem Caïncin verbunden ist. Die Untersuchung dieses Productes werde ich später nachtragen, es muß dem Mannitan gleich zusammengesetzt sein. Es sind in dem Caïncin offenbar zwei verschiedene Kohlehydrate an das Caïncetin gebunden, wovon das Eine durch den nascirenden Wasserstoff angegriffen wird, das Andere nicht.

Was die Producte unvollkommener Spaltung anbelangt, die früher beschrieben wurden, so lassen sie sich als Gemische von Caïncetin mit der Verbindung von Caïncetin mit einem Äq. Zucker ansehen. Sie entsprechen der Formel $C_{100}H_{78}O_{22} = C_{44}H_{34}O_6 + C_{56}H_{44}O_{16}$. Es ist aber $C_{56}H_{44}O_{16} + 2HO = C_{44}H_{34}O_6 + C_{12}H_{12}O_{12}$.

		Berechnet		Gefunden
$C_{100} = 600$	—	70·26	—	70·18
$H_{78} = 78$	—	9·13	—	8·95
$O_{22} = 176$	—	20·61	—	20·87
854	—	100·00	—	100·00

Was die Entstehung des Caïncin in der Chiococca anbelangt, so erinnere ich daran, daß wie ich und Hlasiwetz gefunden haben, das Caïncin neben Kaffeegerbsäure in der Pflanze vorkömmt. Die

Kaffeegerbsäure ist nach Hlasiwetz die Verbindung der Kaffeesäure = $C_{18}H_8O_8$ mit einer Zuckerart die dem Mannitan gleich zusammengesetzt ist. Wie in der Roßkastanie aus $C_{18}H_6O_8$ (Aesculetin) das Aescigenin $C_{24}H_{20}O_4$ entsteht, so muß auch die Kaffeesäure $C_{18}H_8O_8$ als das Material zur Bildung des Caïncigenin $C_{28}H_{24}O_4$ angesehen werden.

Ich hoffe bald auch über das Saponin Näheres mittheilen zu können.

Chemische Analyse des Ebriacher Sauerbrunnens in Kärnthen.

Von H. Allemann.

(Ausgeführt im chemischen Laboratorium des Herrn Professors Dr. Redtenbacher.)

Den Zug der Kalkalpen, der sich östlich vom Terglou zwischen Drau und Sau auf der Grenze von Kärnthen und Krain 14 Meilen weit hinzieht und den Namen „Karawanken" führt, begleitet vom Feistritzer Bärenthal an bis nach Steiermark ein mächtiges Vorgebirge, welches mit dem Hauptstocke der Karawanken durch mäßige Bergrücken verbunden und seiner geologischen Formation nach die Fortsetzung des zwischen der Drau und Gail sich hinziehenden Kalkzuges ist, der bei Villach von der Gail durchbrochen wird. Der höchste Gipfel dieser Vorberge ist der Obir (6751'). An seinem Südabhange liegt das enge Ebriachthal, gegen Süden begrenzt von den Ausläufern des Storsic. Das Thal wird von einem Bache bewässert, der sich nach zweistündigem Laufe, zum Theil über große Granitblöcke bei Eisenkappel mit dem Vellachbache vereinigt.

In einer Entfernung von $1^1/_2$ Stunden von Eisenkappel entspringen hart an den Ufern des Baches aus Granitspalten mehrere Säuerlinge, unter welchen zwei von Bedeutung sind; der eine liegt am linken, der andere am rechten Ufer. Gegenstand der Analyse war der letztere. In seiner nächsten Umgebung quillt aus Spalten des Gesteins reichlich Kohlensäuregas und an den trockenen Uferstellen findet sich eine beträchtliche Auswitterung von Soda.

Vom Grunde der Quelle, die mit Cement gefaßt ist, steigen fortwährend Gasblasen auf. Das Wasser zeigte bei 8° C. Lufttemperatur 7° C.; es ist, frisch geschöpft, vollkommen klar, entbindet bedeutende Mengen von Kohlensäuregas, besitzt einen angenehm säuerlichen Geschmack, wird nach längerem Stehen an der Luft etwas trübe und setzt gelbbraune Flöckchen ab. Blaues Lakmuspapier wird durch das Wasser vorübergehend schwach geröthet. Beim Erwärmen läßt es

unter Entweichen von Kohlensäure einen reichlichen Niederschlag fallen und reagirt stark alkalisch.

Der Abdampfrückstand ist von bräunlich weißer Farbe.

Durch die qualitative Analyse wurden nachgewiesen:

Kohlensäure, Kieselsäure, Schwefelsäure, Chlor, Phosphorsäure, Eisenoxydul, Thonerde, Kalk, Magnesia, Kali, Natron und Lithion, außerdem Spuren von Mangan.

Der bei der quantitativen Bestimmung der einzelnen Bestandtheile befolgte Gang ist in Kürze folgender: Zur Ausmittlung der Gesammtmenge der Kohlensäure wurden an der Quelle frisch geschöpfte und gemessene Wassermengen in gut verschließbare Flaschen gebracht, welche eine klare ammoniakalische Lösung von Chlorbarium enthielten. In den Niederschlägen wurde die Kohlensäure sowohl durch Schmelzen mit Borax als durch Zerlegen mit Salzsäure im Kohlensäureapparat bestimmt.

Zur Bestimmung der Schwefelsäure, des Chlors und der Kieselsäure kamen die bekannten Methoden in Anwendung.

Eisen + Thonerde + Phosphorsäure wurden mit Ammoniak ausgefällt; in dem gewogenen Niederschlag wurde das Eisen durch Titriren mit chromsaurem Kali bestimmt; die Differenz zwischen dem gefundenen Eisenoxyd und dem gewogenen Niederschlage wurde als Thonerde + Phosphorsäure in Rechnung gebracht, die Phosphorsäure aber später in einer größern Wasserquantität besonders bestimmt.

Aus der von Eisen und Thonerde befreiten Flüssigkeit wurde der Kalk mit oxalsaurem Ammon abgeschieden und durch wiederholte Fällung von Magnesia gänzlich befreit.

Nach Entfernung der Ammonsalze wurde die Magnesia von den Alkalien mit phosphorsaurem Ammon getrennt und als phosphorsaures Salz gewogen.

Die Alkalien wurden zusammen als Chlormetalle gewogen, das Chlorkalium mit Platinchlorid gefällt, der Niederschlag gewogen und aus der Differenz des Chlornatrium nach Abzug des Chlorlithiums, (welches aus dem später gefundenen phosphorsaurem Lithion berechnet wurde) bestimmt.

Zur Bestimmung der Phosphorsäure und des Lithions wurde aus dem Abdampfrückstande einer größern Wassermenge nach Entfernung der Kieselsäure, Eisen, Thonerde und Phosphorsäure mit Ammoniak ausgefällt und aus dem Niederschlage die Phosphorsäure nach

vorausgegangener Fällung als phosphorsaures Molybdänsäure-Ammon als pyrophosphorsaure Magnesia bestimmt.

Bei dieser Gelegenheit wurde auch nach Mangan gesucht; die erhaltenen Spuren von Schwefelmangan eigneten sich jedoch nicht zur quantitativen Behandlung.

Zur Bestimmung des Lithions wurden alle Basen von den Alkalien getrennt, diese als Chloride mit Alkohol und Äther behandelt, die Lösung verdampft, der Rückstand in wenig Wasser gelöst und als phosphorsaures Lithion bestimmt.

Zur Bestimmung der organischen Substanzen wurden gemessene Wassermengen eingedampft, der Rückstand mit wenig Wasser ausgezogen, die ausgeschiedenen kohlensauren Erden abfiltrirt, das Filtrat ganz eingedampft, bei 130° getrocknet und gewogen, endlich der Glühverlust bestimmt und als organische Substanz in Rechnung gebracht.

Zur Controle für die Richtigkeit der Einzelbestimmungen wurden gewogene Wassermengen eingedampft, der Rückstand bei 130 °C. getrocknet und gewogen.

Das specifische Gewicht wurde mit dem Picnometer in zwei Versuchen 1·0066 und 1·0067 also im Mittel 1·00665 gefunden.

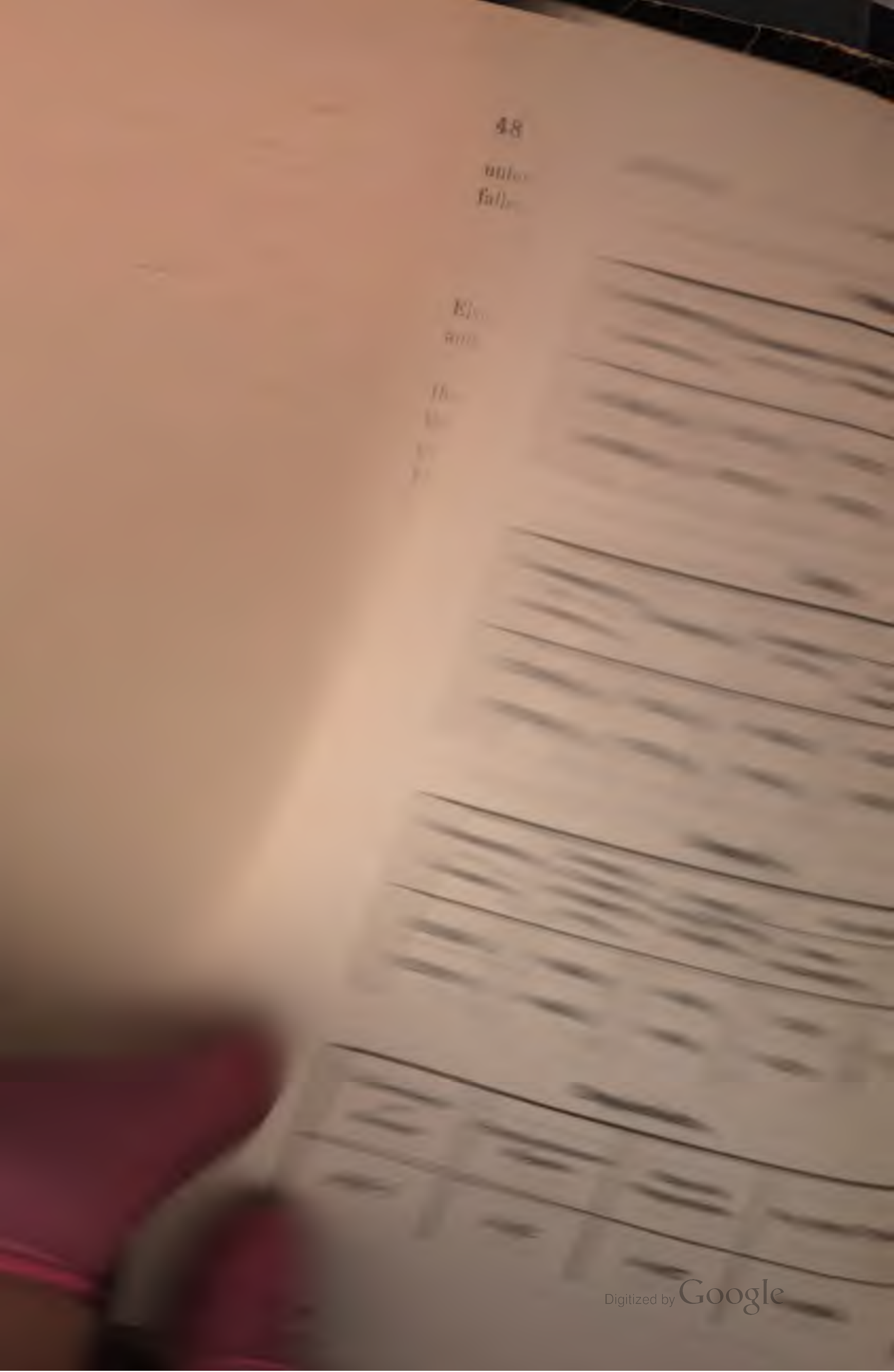
Die Resultate der einzelnen analytischen Operationen sind in den folgenden Tabellen zusammengestellt.

Kohlensäure.

Wassermenge in Grammen	Kohlensäure	Für 10.000 Theile	
		nach den Einzelbestimmungen	im Mittel
272·72	1·612	59·809	59·937
272·72	1·631	60·106	
272·72	1·639	60·729	

Kieselsäure.

Wassermenge in Grammen	Kieselsäure	Für 10.000 Theile	
		nach den Einzelbestimmungen	im Mittel
1827·09	0·1435	0·785	0·781
1865·34	0·1450	0·777	



0·0084 Phosphorsäure entsprechen 0·0146 phosphorsaurer Thonerde; da in 10.000 Theilen 0·2655 Eisenoxyd+Thonerde+Phosphorsäure sind, so bleiben

0·2655 — (0·0146+0·2166) = 0·0343 Thonerde, welche nicht an Phosphorsäure gebunden sind.

Kalk.

Wassermenge in Grammen	Kohlensaurer Kalk	Entspricht Kalk	Für 10.000 Theile	
			Einzel-bestimmungen	Mittel
1764·2	1·679	0·940	5·330	5·333
1848·2	1·754	0·986	5·336	

Magnesia.

Wassermenge in Grammen	Pyrophosphor-saure Magnesia	Entspricht Magnesia	Für 10.000 Theile	
			Einzel-bestimmungen	Mittel
1764·2	1·503	0·542	3·069	3·066
1848·2	1·571	0·566	3·063	

Kali und Natron.

Wasser-menge in Grammen	KCl + NaCl+LiCl	KCl_1 $PtCl_2$	Entspricht		Für 10.000 Theile	
			KCl	NaCl	Kali	Natron
1656·5	6·117	0·2125	0·065	6·036	0·258	19·3
1656·5	6·118	0·23	0·070	6·032		

Lithion.

Wassermenge in Grammen	Phosphorsaures Lithion	Entspricht Lithion	Für 10.000 Theile
9102·7	0·083	0·032	0·035

Organische Substanz.

Wassermenge in Grammen	Glühverlust der getrockneten Alkalien	Für 10.000 Theile	
		Einzel-bestimmungen	im Mittel
1006·65	0·150	1·50	1·52
1006·65	0·155	1·55	

Summe der fixen Bestandtheile.

Wassermenge in Grammen	Rückstand bei 180° C. getrocknet	Für 10.000 Theile	
		Einzel-bestimmungen	im Mittel
594·18	3·19	53·687	53·729
619·31	3·33	53·771	

Die Mittelwerthe der einzelnen Bestimmungen geben also für 10.000 Theile folgende Zusammenstellung:

Kieselsäure	0·781
Schwefelsäure	0·715
Chlor	0·365
Phosphorsäure	0·0084
Eisenoxydul	0·195
Thonerde	0·0405
Kalk	5·333
Magnesia	3·066
Kali	0·258
Natron	19·300
Lithion	0·035
Organische Substanz	1·520
Kohlensäure gebunden	21·376
Kohlensäure halbgebunden	21·376
Kohlensäure frei	17·185
Summe der fixen Bestandtheile	53·729

In der folgenden Tabelle ist die Zusammensetzung des Wassers enthalten, wie sie sich ergibt, wenn Basen und Säuren nach ihren näheren Verwandtschaften gruppirt werden, es sind dabei die Ansichten Bettendorf's[1]) zu Grunde gelegt worden.

I. In 10.000 Theilen sind enthalten:

Schwefelsaures Kali	0·478
Schwefelsaures Natron	0·879
Chlornatrium	0·604
Kohlensaures Natron	32·997
Kohlensaures Lithion	0·087
Kohlensaure Magnesia	6·439
Kohlensaurer Kalk	9·523
Kohlensaures Eisenoxydul	0·260
Thonerde	0·034
Phosphorsaure Thonerde	0·015
Kieselsäure	0·781
Organische Substanz	1·520
Halbgebundene Kohlensäure	21·376
Freie Kohlensäure	17·185
Freie Kohlensäure dem Volumen nach bei Normalluftdruck und Quellentemperatur	8966·9 C.C.
Fixe Bestandtheile gefunden	53·729
„ „ berechnet	53·617

II. In einem Wiener Pfunde (7680 Granen) sind enthalten in Granen:

Schwefelsaures Kali	0·3671
Schwefelsaures Natron	0·6751
Chlornatrium	0·4638
Kohlensaures Natron	25·3412
Kohlensaures Lithion	0·0668
Kohlensaure Magnesia	4·9450
Kohlensaurer Kalk	7·3135

[1]) Zeitschrift für Chemie, von Beilstein, Fittig und Hübner, N. F. II. Bd., p. 641.

Kohlensaures Eisenoxydul	0·1997
Thonerde	0·0261
Phosphorsaure Thonerde	0·0115
Kieselsäure	0·5998
Organische Substanz	1·1675
Halbgebundene Kohlensäure	15·8564
Freie Kohlensäure	13·1978
Freie Kohlensäure dem Volumen nach bei Normalluftdruck und Quellentemperatur	27·4682 Cubikzolle
Fixe Bestandtheile gefunden	41·2630
„ „ berechnet	41·1771

Das vorliegende Wasser gehört demnach zu den alkalisch-erdigen Säuerlingen, reich an Kohlensäure und von ziemlich starkem Gehalt an Karbonaten des Natrons, des Kalks und der Magnesia, dagegen arm an Sulfaten und Chloriden.

Chemische Analyse der Mineralquelle von Sztojka in Siebenbürgen.

Von **Julius Wolff.**

(Ausgeführt im chemischen Laboratorium des Herrn Professors Redtenbacher.)

Der Badeort Sztojka nächst dem Dorfe Sztojkafalva im Belsö-Szolnoker Comitate, eine Stunde von Magyar-Lápos entfernt, liegt in einem engen Thale, das sich nach Süden gegen den Debrekbach herabsenkt. Dieser Bach ist ein Zufluß des Lápos, welcher in die Szamos mündet, und in dem nördlichen Grenzgebirge zwischen dem Gutin und und Czibles entspringt.

Der Trachytstock des Gutin erhebt sich in drei Meilen Entfernung nördlich von Sztojka über die eocenen Sandsteinberge der Umgebung und erreicht 4000—5000 Fuß Seehöhe, während die Trachytmauer des Czibles im Osten des Badeortes in fast vier Meilen Entfernung bis zu 5000—8000 Fuß aufragt.

Der Boden der Umgebung von Sztojka ist größtentheils aus älteren und jüngeren Tertiärbildungen zusammengesetzt, und zwar werden die nördlich davon sich erhebenden Hügel von eocenen Sandsteinen gebildet. Es finden sich auch Kalksteine, die der oberen Kreidegruppe (Gosauformation) angehören in der Nähe der Quellen. — Im Süden breiten sich jungtertiäre Sandsteine und Mergel aus, welche das flachere Terrain zusammensetzten, das in östlicher Richtung zwischen eocenen und krystallinischen Bildungen bis nach Olàh-Lápos reicht.

Im Westen wurden Numulitenkalke beobachtet, im Norden erhebt sich gegen den Gutin zu eine Gruppe von Trachytbergen (Sátorgebirge und Plesu).

Die Badeanstalt, gegenwärtig im Besitze des Herrn Grafen Stephan Eszterházy ist seit 1840 im Gebrauche.

In neuerer Zeit wurde die Trinkquelle in ein steinernes Bassin von 9′ Tiefe und 2′ Durchmesser gefaßt. Das Bassin steht mit — am Boden nach zwei Richtungen laufenden gewölbten — Canälen in Ver-

bindung, deren Gesammt-Wasserinhalt 100 Kubikfuß beträgt, welche Wassermenge die Quelle in 24 Stunden dreimal zu ersetzen vermag.

Hundertfünfzig Schritte von dieser Quelle entspringt eine zweite, deren kohlensäureärmeres Wasser zu Bädern benützt wird.

Die Temperatur der Quelle wurde am 13. und 14. September 1866 mit einem Normalthermometer zu 12°C. bei einer mittleren Lufttemperatur von 20°C. bestimmt.

Das Wasser ist im Bassin vollkommen klar, von schwach bituminösem Geruche, und besitzt einen salzigsäuerlichen Geschmack; beim längeren Stehen verliert es seinen Geruch.

Die Reaction des frischgeschöpften Wassers ist schwach sauer, nach dem Austreiben der freien Kohlensäure durch längeres Stehen oder Kochen wird sie stark alkalisch.

Durch die qualitative Untersuchung wurden nachgewiesen: Kieselsäure, Kohlensäure, Phosphorsäure, Chlor, Brom, Jod, Eisenoxydul, Manganoxydul, Thonerde, Kalk, Magnesia, Kali, Natron, Lithion, Cäsiumoxyd, Rubidiumoxyd.

Die Prüfung auf Ammoniak nach der Methode von Boussingault wurde wiederholt mit 3 Litres Wasser vorgenommen, ergab jedoch ein negatives Resultat; ebenso wurde Schwefelsäure nicht gefunden.

Die vom Boden des Quellbassins frei aufsteigenden Gase, sowie das im Wasser gelöste Gas (welches durch Auskochen gewonnen war), erwiesen sich bei der Untersuchung als reine Kohlensäure.

Die quantitativen Bestimmungen wurden sämmtlich auf gewichtsanalytischem Wege ausgeführt.

Das specifische Gewicht des Wassers wurde mit dem Piknometer bestimmt, und bei zwei Versuchen zu 1·00676 und 1·00674 im Mittel 1·00675 gefunden.

Die Gesammt-Kohlensäure wurde aus dem frisch geschöpften Wasser an Baryt gebunden und aus dem Niederschlage von kohlensaurem Baryt die Kohlensäure in einem geeigneten Apparate bestimmt.

Chlor, Brom und Jod wurden znsammen aus dem mit Salpetersäure angesäuerten Wasser durch Fällen mit salpetersaurem Silber abgeschieden.

Kieselsäure, Kalk, Magnesia, Kali und Natron wurden aus einer bestimmten Wasserquantität, nachdem dieselbe mit Chlorwasserstoffsäure zur Trockene abgedampft war, nach den allgemein gebräuchlichen Methoden bestimmt.

Aus 10 Litres Wasser wurde nach Abscheidung der Kieselsäure, Eisenoxyd, Thonerde und Phosphorsäure mit Ammoniak gefällt, der Niederschlag gelöst, das Eisen mit Weinsäure und Schwefelammonium getrennt und als Schwefeleisen nach Rose's Methode gewogen.

Von Phosphorsäure war eine kaum wägbare Menge mehr vorhanden als zur Bildung neutraler phosphorsaurer Thonerde erforderlich; dieser kleine Überschuss wurde bei der Berechnung vernachlässigt.

Aus derselben Wassermenge wurde durch Schwefelammonium eine Spur Mangan abgeschieden, und bloß qualitativ auf seine weiteren Reactionen untersucht.

Kalk wurde durch kohlensaures und oxalsaures Ammoniak, Magnesia durch Kochen mit reiner Kalkmilch entfernt und nach vollkommener Abscheidung des überschüssigen Kalks die Lösung der Alkalien eingedampft, die ammoniakalischen Salze durch Glühen vertrieben; der Glührückstand zeigte sich bei der Prüfung kalkfrei. Aus demselben wurde das Lithion mit Alkohol ausgezogen und als phosphorsaures Lithion bestimmt.

Die Richtigkeit der ganzen Wasseranalyse wurde controllirt durch Ermittlung des Gesammtrückstandes, welcher beim Eindampfen des Wassers erhalten wird und durch Verwandlung desselben in schwefelsaure Verbindungen.

Zur quantitativen Bestimmung von Brom und Jod wurden mehrere Eimer Wasser eingedampft, von dem getrockneten Rückstande gewogene Mengen mit Alkohol wiederholt ausgezogen und aus der — nach dem Abdestilliren des Alkohols zurückgebliebenen Salzmasse in einem Falle das Jod als Jodpalladium abgeschieden, im anderem Falle Chlor, Brom und Jod mit salpetersaurem Silber gefällt, der Gesammt-Niederschlag auf einem gewogenen Filter gesammelt, vollständig getrocknet und seinem Gewichte nach bestimmt; nachdem der Niederschlag in einem Porzellantiegel geschmolzen, wurde ein aliquoter Theil in einer Kugelröhre mit trockenem Chlorgas bis zum constant bleibenden Gewichte behandelt und aus der entstandenen Gewichtsdifferenz unter Berücksichtigung des Jodgehaltes das Brom berechnet.

Die Ergebnisse der quantitativen Bestimmungen, sowie die Zusammensetzung des Wassers überhaupt, folgen nun tabellarisch zusammengestellt:

Kohlensäure.

Wassermenge in Grammen	Gibt Kohlensäure	Für 10.000 Theile	Mittel
162·408	0·788	48·519	48·612
162·408	0·790	48·704	

Chlor.

Nach Abzug des Brom und Jodsilbers.

Wassermenge in Grammen	Gibt Chlorsilber	Entspricht Chlor	Für 10.000 Theile	Mittel
503·4	4·0802	1·0088	20·040	20·003
503·4	4·0704	1·0064	19·966	

Jod.

Wassermenge in Grammen	Gibt Palladium	Entspricht Jod	Für 10.000 Theile
51721·0	0·0010	0·0024	0·00046

Brom.

Wassermenge in Grammen	Gibt Chlor-Brom u. Jodsilber	Gesammt-Differenz	Differenz für Jod	Hiemit Differenz für Brom	Entspricht Brom	Für 10.000 Theile
51721·0	12·868	0·0943	0·0018	0·0925	0·166	0·032

Kieselsäure.

Wassermenge in Grammen	Gibt Kieselsäure	Für 10.000 Theile	Mittel
2025·6	0·0346	0·1708	0·174
2047·2	0·0365	0·1782	

Eisenoxyd.

Wassermenge in Grammen	Gibt Eisensulfür	Entspricht Eisenoxyd	Für 10.000 Theile
10067·5	0·0415	0·037	0·036

Kalk.

Wassermenge in Grammen	Gibt kohlensauren Kalk	Entspricht Kalk	Für 10.000 Theile	Mittel
2025·6	1·969	1·102	5·440	5·428
2045·7	1·9805	1·108	5·416	

Magnesia.

Wassermenge in Grammen	Gibt pyrophosphorsaure Magnesia	Entspricht Magnesia	Für 10.000 Theile	Mittel
2045·7	1·529	0·550	2·688	2·728
2025·6	1·559	0·561	2·769	

Kali und Natron.

Wassermenge in Grammen	Gibt $KCl + NaCl$	Gibt $KCl, PtCl_2$	Entspricht für 10.000 Theile		Mittel	
			Kali	Natron	Kali	Natron
1006·7	5·2544	9·0273	1·740	26·208	1·739	26·1946
1006·7	5·2497	9·0210	1·738	26·181		

Lithion.

Wassermenge in Grammen	Gibt phosphorsaures Lithion	Entspricht Lithion	Für 10.000 Theile
10067·5	0·099	0·038	0·037

Phosphorsäure und Thonerde.

Wassermenge in Grammen	Gibt phosphorsaure Thonerde	Für 10.000 Theile
10067·5	0·0065	0·0064

Organische Substanz.

Wassermenge in Grammen	Glühverlust des bei 140° C. getrockneten Rückstandes	Für 10.000 Theile
503·4	0·004	0·079

Summe der fixen Bestandtheile.

Wassermenge in Grammen	Abdampfrückstand bei 160° C. getrocknet	Als Sulfate gewogen	Für 10.000 Theile			
			Abdampfrückstand	Mittel	Sulfate	Mittel
201·35	1·356	1·719	67·345	67·354	85·373	85·436
200·7	1·352	1·716	67·364		85·500	

Zusammenstellung der analytischen Resultate für 10.000 Theile.

Kieselsäure	0·174
Chlor	20·003
Brom	0·032
Jod	0·00046
Eisenoxyd	0·036
Manganoxydul	Spur
Phosphorsäure und Thonerde	0·0064
Kalk	5·428
Magnesia	2·728
Kali	1·739
Natron	26·1946
Lithion	0·037

Cäsiumoxyd	Spur
Rubidiumoxyd	Spur
Organische Substanz	0·079
Kohlensäure gebunden	14·315
Kohlensäure halbgebunden	14·315
Kohlensäure frei	19·982
Summe der fixen Bestandtheile berechnet	66·2578
Specifisches Gewicht	1·00675

Werden die gefundenen elektropositiven und elektronegativen Bestandtheile nach ihren näheren Verwandtschaften verbunden gedacht, so ergibt sich für das Mineralwasser folgende Zusammensetzung;

	In 10.000 Theilen sind enthalten	In einem Wiener Pfunde (=7680 Granen) sind enthalten
Chlorkalium	2·753	2·114
Chlornatrium	30·818	23·668
Jodnatrium	0·00054	0·00041
Bromnatrium	0·0399	0·0306
Kohlensaures Natron	16·827	12·923
Kohlensaures Lithion	0·091	0·070
Kohlensaurer Kalk	9·705	7·453
Kohlensaure Magnesia	5·728	4·399
Kieselsäure	0·174	0·133
Eisenoxyd	0·036	0·027
Thonerde und Phosphorsäure	0·0064	0·0048
Organische Substanz	0·079	0·060
Manganoxydul	Spur	Spur
Cäsiumoxyd	Spur	Spur
Rubidiumoxyd	Spur	Spur
Kohlensäure halbgebunden	14·315	11·893
Kohlensäure frei	19·982	15·445
Summe der fixen Bestandtheile berechnet	66·2578	50·8859
Summe der fixen Bestandtheile gefunden	67·354	51·7279
Als Sulfate berechnet	84·947	65·239
Als Sulfate gefunden	85·436	65·614

Die beim Auskochen aus 193·49 Grm. Wasser erhaltene Kohlensäure betrug auf 0° C. und 1 Meter Druck berechnet = 146·73 CC. = für 10.000 Grm. des Wassers = 7583·3 CC.

Auf die Temperatur der Quelle = 12° C. und Normalbarometerstand umgerechnet ergibt sich das beim Auskochen von 10.000 Grm. Wasser erhaltene Kohlensäurevolumen = 10425 CC.

Optische Untersuchung der Krystalle des schwefelsauren Eisenoxydul.

(Ausgeführt im physikalischen Cabinete der Wiener Universität.)

Von **M. Erofejeff.**

Diese Krystalle gehören bekanntlich in das monoklinische System. Ihr Axenverhältniß ist:

$$a : b : c = 1\cdot1582 : 1 : 1\cdot5167$$
$$ac = 99^\circ\ 19'.$$

Einige der mir zu Gebote stehenden Krystalle waren tafelförmig durch Vorherrschen der Fläche (001). Untersucht man solche Krystalle im Polarisationsapparate, so sieht man eine optische Axe am Rande des Gesichtsfeldes und findet den optischen Charakter gegen die Mitte des Gesichtsfeldes zu negativ. Daraus folgt, daß die Ebene der optischen Axen parallel der Symmetrieebene ist und daß die Elasticitätsaxe $\mathfrak{a}$ mit 001 jedenfalls einen größeren Winkel bildet als $\mathfrak{c}$. Um aber die genaue Lage von $\mathfrak{a}$ und $\mathfrak{c}$ zu finden, habe ich drei Platten parallel der Symmetrieebene geschliffen, indem ich mich durch Messung überzeugte, daß die geschliffenen Flächen mit (001) und (110) wirklich beziehungsweise die Winkel 90° und 41° 11′ bildeten. Diese Platten wurden nun mit einem polarisirenden Mikroskop, dessen Objecttisch drehbar und mit einer Gradtheilung versehen ist, untersucht. Ich erhielt so für die Neigungen der Elasticitätsaxen $\mathfrak{a}$ und $\mathfrak{c}$ zu den Kanten, welche (010) mit (001), ($\bar{1}$01), (101) bildet.

	Gerechnet	Beobachtet
$\mathfrak{a}$. [010 . 001] =	—	76° 48′
$\mathfrak{c}$. [010 . 001] =	13° 12′	13 11
$\mathfrak{a}$. [010 . $\bar{1}$01] =	14 50	14 57
$\mathfrak{c}$. [010 . $\bar{1}$01] =	75 10	75 57
$\mathfrak{a}$. [010 . 101] =	59 24	59 34
$\mathfrak{c}$. [010 . 101] =	30 35	30 24.

Die weitere Untersuchung hat ergeben, daß die Krystalle positiv sind, c also erste Mittellinie ist. Für die Neigung dieser Elasticitätsaxe mit den Flächennormalen hat man den vorstehenden Winkeln zufolge

c. (100) = 152° 28′
c. (101) = 120 35
c (001) = 76 48
c. (̄101) = 14 50.

Für die Neigungen zu den Krystallaxen hat man aber

c. a = 166° 48′
c. c = 62 28.

Die erste Mittellinie liegt also im spitzen Axenwinkel ac und das Schema der optischen Orientirung wird

(100) bc̣ = 152° 28′.

Mit Hilfe der vorhergehenden Winkeln wurden nun wiederholt Platten geschliffen senkrecht zu den beiden Mittellinien. Dieselben gaben im Axenapparat untersucht für den scheinbaren Winkel der optischen Axen beim Austritte derselben

In Wasser

	Positiver Winkel		Negativer Winkel	
Rothes Glas .	97°	26′	108°	34′
Natriumflamme	97	21	108	50
Grünes Glas .	97	16	109	5.

In Öl

R. Gl. . . .	86°	4′	95°	5′
Na. Fl. . . .	85	59	95	10
Gr. Gl. . . .	85	54	95	15.

Aus den für Wasser angestellten Beobachtungen berechnet man für den wirklichen positiven Winkel der optischen Axen

R. Gl. . . . . 85° 34′
Na. Fl. 85 37
Gr. Gl. 85 18

Derselbe Winkel gerechnet aus den Messungen in Öl wird

R. Gl. . . . . 85° 31′
Na. Fl. 85 27
Gr. Gl. . . . . . . 85 23.

Ich habe auch versucht, die drei Hauptbrechungsquotienten direct zu bestimmen und dazu drei Prismen parallel den drei Elasticitätsaxen geschliffen. Die für dieselben beobachteten Werthe der Minimum-Ablenkung *(D)* und des brechenden Winkels *(A)* sind:

Prisma parallel

		a	b	c
A.		63° 1′	50° 45′	53° 9′
D.	Li. Fl.	37° 12′	27° 39′	29° 56′
	R. Gl.	37 15	27 42	29 59
	Na. Fl.	37 30	27 52	30 9
	Gr. Gl.	37 45	28 2	30 19
	Bl. Gl.	38 15	28 22	30 39.

Hieraus erhielt man folgende Werthe der Hauptbrechungsquotienten:

	α	β	γ
Li. Fl.	1,4681	1,4748	1,4824
R. Gl.	1,4687	1,4756	1,4831
Na. Fl.	1,4713	1,4782	1,4856
Gr. Gl.	1,4741	1,4809	1,4880
Bl. Gl.	1,4794	1,4861	1,4928.

Diese Grössen geben für den wirklichen Axenwinkel die Werthe:

Li. Fl.	86° 48′
R. Gl.	88 2
Na. Fl.	88 48
Gr. Fl.	88 10
Bl. Gl.	90 23

Werthe, die mit Rücksicht auf die schwierige Herstellung der Prismen nicht allzuweit von den früher gefundenen Werthen abweichen.

Schließlich habe ich noch an Krystallen der Eingangs erwähnten Ausbildung die Neigung der auf der Fläche 001 sichtbaren Axe zu der Normale dieser Fläche gemessen und für diesen Winkel gefunden

R. Gl.	51° 10′
Na. Fl.	51 40
Gr. Gl.	51 56
Bl. Gl.	52 20.

[illegible] für β und für die [illegible] für den wirklichen Axenwinkel [illegible]

Chemische Analyse der Ursprungsquelle in Baden bei Wien.

Von Samuel Kónya.

(Ausgeführt im chemischen Laboratorium des Herrn Professors Redtenbacher.)

Die Stadt Baden, in Niederösterreich etwa zwei Meilen von Wien entfernt, liegt in einer Höhe von 672′ über der Meeresfläche an dem östlichen Abhange der cetischen Alpen. Ihre Umgebung besteht vorzüglich aus Alpenkalk, Dolomit und Tegel, aus welchen die heißen Quellen zu Tage treten.

Nach Osann[1]) waren die Badener Thermen und zwar vorzüglich die Ursprungsquelle schon den Römern im ersten und zweiten Jahrhunderte n. Chr. bekannt und wurden von ihnen zu Bädern benützt; nachdem die Quellen im dritten Jahrhunderte etwa sehr in Verfall gekommen, findet man ihrer erst wieder um das sechzehnte und siebenzehnte Jahrhundert Erwähnung gethan.

Die Ursprungsquelle entspringt in einem großen gewölbten Raume, zu dem ein eben solcher ziemlich langer Gang führt, wodurch die Quelle von den äußeren Einflüssen vollkommen abgeschlossen ist.

Die Temperatur der Quelle zeigt sich nach wiederholten Messungen constant 34° C.

Das Wasser der Quelle ist vollkommen klar, riecht stark nach Schwefelwasserstoff und schmeckt hepatisch, es reagirt im frisch geschöpften Zustande schwach sauer, nach dem Kochen alkalisch.

Durch die qualitative Analyse des Wassers wurden als dessen Bestandtheile: Kieselsäure, Kohlensäure, Schwefelsäure, Phosphor-

---

[1]) Physikalisch-medicinische Darstellung der bekannten Heilquellen der vorzüglichsten Länder Europas von Dr. E. Osann, Berlin.

säure, Chlor, Schwefelwasserstoff, Eisenoxyd, Kalk, Magnesia, Kali, Natron und Lithion nachgewiesen. Durch Nitroprussidnatrium entsteht in dem Wasser die für die Gegenwart von Schwefelalkalien charakteristische blaue Färbung. Mittelst des Spectralapparates ließ sich auch noch Strontrian nachweisen, jedoch in einer für die quantitative Bestimmung unzureichenden Menge.

Die quantitativen Bestimmungen der einzelnen Bestandtheile, geschahen nach folgenden Methoden:

Für die Bestimmung der gesammten Menge von Kohlensäure wurden gemessene Quantitäten frisch geschöpften Wassers in hermetisch verschließbare Flaschen mit einer klaren Lösung von Chlorbaryum in verdünnter Ammoniakflüssigkeit gemischt, der entstandene Niederschlag nach dem Erwärmen der Gefäße vollständig absetzen gelassen, wiederholt mit siedend heißem destillirtem Wasser ausgewaschen, und endlich aus demselben im Mohr'schen Kohlensäureapparate die Kohlensäure bestimmt.

Der Gehalt des Wassers an Schwefelwasserstoff und Schwefelalkali wurde durch Titriren mit Jodlösung an der Quelle bestimmt. Zur Controle wurde eine gemessene Wassermenge mit einer saueren Lösung von Chlorcadmium versetzt, das gebildete Schwefelcadmium abfiltrit und gut ausgewaschen, mit Salpetersäure oxydirt und die gebildete Schwefelsäure nachher mit Chlorbaryum gefällt.

Die Versuche, welche zur Auffindung unterschwefligsaurer Salze vorgenommen wurden, ergaben ein negatives Resultat.

Die Bestimmung des gebundenen Schwefelwasserstoffes wurde in einer bekannten Menge Wasser durch Titriren mit Jodlösung vorgenommen, nachdem früher durch einen Strom von reinem Wasserstoffgas der freie Schwefelwasserstoff vollständig ausgetrieben war. — Die quantitativen Bestimmungen und Trennungen der Kieselsäure, Schwefelsäure, Eisen und Kalk geschahen nach den allgemein üblichen Methoden, das Chlor wurde mit salpetersaurem Silberoxyd gefällt, nachdem früher aller Schwefelwasserstoff durch Fällen mit schwefelsaurem Kupferoxyd entfernt war. Die Magnesia wurde von den Alkalien mit Ätzbaryt getrennt. Kali und Natron zuerst zusammen, als Chlorverbindungen gewogen, und dann mit Platinchlorid von einander getrennt. Aus dem Abdampfrückstande von 15 Litres Wasser wurde Phosphorsäure, Eisenoxyd und Lithion quantitativ bestimmt, und bei dieser Gelegenheit auch das Strontion spectralanalytisch nachgewiesen.

Um die im Wasser gelöste nicht flüchtige organische Substanz annähernd zu bestimmen, wurde eine gemessene Menge des Wassers mit kohlensaurem Natron im Überschusse versetzt, der entstandene Niederschlag abfiltrirt, das Filtrat eingedampft, der Rückstand bei 140°C. getrocknet, gewogen, geglüht, bis die Salzmasse vollkommen weiß erschien und wieder gewogen, die Differenz bei den Wägungen wurde als verbrannte organische Substanz angenommen.

Als Belege für die Richtigkeit der einzelnen Bestimmungen wurde festgesetzt, wie viel eine gewogene Wassermenge beim Abdampfen fixen Rückstand hinterläßt, und wie viel dieser nach dem Behandeln mit Schwefelsäure schwefelsaure Salze gibt.

Die aus der Quelle frei aufsteigenden, sowie im Wasser gelöste, durch Auskochen erhaltenen Gase, wurden nach den gasvolumetrischen Methoden von Bunsen untersucht.

Das Vorhandensein des Ammoniaks im Wasser konnte auch nach wiederholten Versuchen nach der Methode von Boussingault nicht constatirt werden.

Die Ergebnisse der einzelnen quantitativen Bestimmungen sind schematisch in den folgenden Tabellen zusammengestellt:

Specifisches Gewicht.

Gewicht des leeren Picnometers	Picnometer mit dest. Wasser gefüllt	Picnometer mit dem Wasser der Quelle gefüllt	Specifisches Gewicht	Mittel
23·814	78·432	78·533	1·00184	1·001835
23·814	78·432	78·532	1·00183	

Kohlensäure.

Wassermenge in Grammen	Kohlensäure	Für 10.000 Theile	Mittel
270·92	0·055	2·026	2·044
270·92	0·056	2·063	

Schwefelwasserstoff.

A. Durch Titriren mit Jodlösung an der Quelle.

1 CC. Jodlösung = 0·001506 Grm. Jod.

Wassermenge in Grammen	Verbrauchte Jodlösung	Entspricht SH	Für 10.000 Theile	Mittel
500·9	38·3	0·0772	0·1544	0·1544
500·9	38·3	0·0772	0·1544	
500·9	38·3	0·0772	0·1544	

Schwefelwasserstoff.

B. Mittelst Chlorcadmium.

Wassermenge in Grammen	Gibt schwefelsauren Baryt	Entspricht SH	Für 10.000 Theile	Mittel
1001·8	0·115	0·167	0·167	0·165
1001·8	0·113	0·164	0·164	

Gebundener Schwefelwasserstoff.

1 CC. Jodlösung = 0·00143.

Wassermenge in Grammen	Verbrauchte Jodlösung in CC.	Entspricht SH für 10.000 Theile	Mittel
500	1·5	0·0057	0·0056
500	1·4	0·0054	

Schwefelsäure.

Wassermenge in Grammen	Gibt schwefelsauren Baryt	Entspricht Schwefelsäure	Für 10.000 Theile	Mittel
500·9	950	0·326	6·508	6·498
500·9	0.946	0·325	6·488	

Chlor.

Wassermenge in Grammen	Gibt Chlorsilber	Entspricht Chlor	Für 10.000 Theile	Mittel
500·9	0·674	0·1666	3·326	3·313
500·9	0·669	0·1655	3·304	
500·9	0·671	0·1658	3·310	

Kieselsäure.

Wassermenge in Grammen	Gibt Kieselsäure	Für 10.000 Theile	Mittel
3005·5	0·077	0·256	0·234
1502·7	0·032	0·212	

Eisenoxyd.

Wassermenge in Grammen	Gibt Eisensulfür	Eisenoxyd	Für 10.000 Theile	Mittel
15027·5	0·012	0·0109	0·007	0·007

Gesammt-Kalk.

Wassermenge in Grammen	Gibt Kalk	Für 10.000 Theile	Mittel
1001·8	0·417	4·17	4·17
1001·8	0·417	4·17	

Kalk, welcher beim Kochen des Wassers gelöst bleibt.

Wassermenge in Grammen	Gibt Kalk	Für 10.000 Theile	Mittel
1001·8	0·313	3·124	3·129
1001·8	0·314	3·134	

Magnesia.

Wassermenge in Grammen	Gibt phosphorsaure Magnesia	Entspricht Magnesia	Für 10.000 Theile	Mittel
1001·8	0·364	0·131	1·297	1·287
1001·8	0·357	0·128	1·277	

Alkalien.

Wassermenge in Grammen	Gibt KCl + NaCl	Gibt KCl, $PtCl_2$	Entspricht für 10.000 Theile		Mittel	
			Kali	Natron	Kali	Natron
3005·5	1·443	0·185	0·118	2·442	0·117	2·435
4007·3	1·922	0·243	0·116	2·428		

Lithion.

Wassermenge in Grammen	Gibt phosphorsaures Lithion	Entspricht Lithion	Für 10.000 Theile
15027·5	0·010	0·00390	0·0024

Phosphorsäure.

Wassermenge in Grammen	Gibt phosphorsaure Magnesia	Entspricht Phosphorsäure	Für 10.000 Theile
15027·5	0·006	0·0038	0·002

Organische Substanz.

Wassermenge in Grammen	Glühverlust des bei 140°C. getrockneten Rückstandes	Für 10.000 Theile	Mittel
1001·8	0·055	0·549	0·529
1001·8	0·051	0·509	

Summe der fixen Bestandtheile.

Wasser-menge in Grammen	Abdampf-rückstand bei 140°C. getrocknet	Als Sulfate gewogen	Für 10.000 Theile			
			Abdampf-rückstand	Mittel	Sulfate	Mittel
371·328	0·713	0 768	19·201	19·257	20·682	20·578
344·311	0·665	0·705	19·313		20·475	

Zusammenstellung der Mittelwerthe für 10.000 Theile.

	Ursprungs-quelle	Johannisbad	Quelle im Sauerhofe	Frauen-quelle [1])
Kieselsäure	0·234	0·242	0·357	0·226
Schwefelsäure	6·498	6·082	6·634	6·506
Phosphorsäure	0·002	0·005	—	—
Chlor	3·313	3·152	3·800	3·595
Schwefelwasserstoff frei	—	0·095	0·125	0·143
„ gebunden	0·0056	0·044		
Eisenoxyd	0·007	0·012	0·0195	0·0007
Thonerde	—	0·003	0·010	0·006
Kalk	4·170	3·964	4·413	4·100
Magnesia	1·287	1·257	1·080	1·331
Kali	0·117	0·224	0·242	0·196
Natron	2 435	2·429	2·736	2·696
Lithion	0·0024	0 006	0·011	0·005
Organische Substanz	0·529	0·864	0·392	4·415
Kohlensäure gebunden	0·821	0·979	2·130	2·630
„ halbgebunden	0·821	0·979		
„ frei	0·402	0·860		
Summe der fixen Bestandtheile berechnet	18·739	18·088	19·762	19·304
Specifisches Gewicht	1·0018	1·0017	1·0018	1·0018

[1]) Es dürfte nicht ohne Interesse sein, die Resultate der Analysen einiger anderer Quellen Badens zum Vergleiche mit der der Ursprungsquelle hier anzuführen, da die Analysen derselben in der letzteren Zeit ausgeführt wurden. Es folgen daher die Resultate der Analyse des Johannisbades von Herrn Dr. Hidegh, der Quelle im Sauerhofe von den Oberlieutenants Herrn Podzimek und Travniček und die der Frauenquelle von den Oberlieutenants Herrn Exner und Kortsch.



Vereinigt man die erhaltenen elektronegativen und elektropositiven Bestandtheile unter Berücksichtigung der näheren chemischen Verwandtschaften und des beim Kochen des Wassers sich abscheidenden kohlensauren Kalkes zu Salzverbindungen, so erhält man die in der folgenden Tabelle verzeichneten Salze als Bestandtheile der Ursprungsquelle Badens.

Bestandtheile	In 10.000 Theilen sind enthalten	In einem Wiener Pfunde (= 7680 Grn.) sind enthalten
Schwefelcalcium	0·019	0·0145
Schwefelsaures Kali	0·276	0·2119
„ Natron	5·536	4·2516
„ Lithion	0·007	0·0053
Schwefelsaurer Kalk	5·595	4·2969
Phosphorsaurer Kalk	0·004	0·0031
Chlorcalcium	1·639	1·2587
Chlormagnesium	3·031	2·3278
Kohlensaurer Kalk	1·839	1·4123
Kohlensaure Magnesia	0·023	0·0176
Eisenoxyd	0·007	0·0053
Kieselsäure	0·234	0·1797
Organische Substanz	0·529	0·4062
Kohlensäure, halb gebunden	0·821	0·6305
„ frei	0·402	0·3087
Schwefelwasserstoff	0·1544	0·1285
Summe der fixen Bestandtheile berechnet	18·739	14·3925
„ „ „ „ gefunden	19·257	14·7993
Als schwefelsaure Salze berechnet	20·053	15·4007
„ „ „ gefunden	20·578	15·8139

Analyse der aus der Quelle aufsteigenden Gase:

Nach der Gasfüllung . . . . 58·40 Volumen [1]).
Nach Absorbtion des Schwefelwasserstoffs . . 58·23 „
Nach Absorbtion der Kohlensäure . . . . . . 55·93 „

Da der Rückstand des Gases nach Absorbtion der Kohlensäure sich frei von Sauerstoff und verbrennbaren Gasen zeigte, so resultirt als Zusammensetzung dieses Gasgemenges für 100 Theile:

---

1) Auf 0° und 1 Meter Druck reducirt.

Schwefelwasserstoff	0·20
Kohlensäure	3·94
Stickstoff	95·86
	100·00

Analyse der durch Auskochen aus dem Wasser erhaltenen Gase:

Wassermenge 272 CC.

Durch Auskochen erhaltener Gasvolumen	9·17 [1]
Nach Absorbtion des Schwefelwasserstoffes	8·82
Nach Absorbtion der Kohlensäure	4·42

Demnach werden aus 10.000 CC. des Wassers beim Auskochen erhalten:

Schwefelwasserstoff	12·87
Kohlensäure	161·76
Stickstoff	162·50
Zusammen	337·13 CC.

[1]) Auf 0° und einen Meter Druck reducirt.

XVII. SITZUNG VOM 21. JUNI 1867.

Das k. k. Ministerium für Handel und Volkswirthschaft übermittelt mit Zuschrift vom 13. Juni ein Exemplar des Entwurfes einer neuen Maß- und Gewichtsordnung mit dem Ersuchen, allfällige Bemerkungen und Anträge demselben bis längstens Ende Juli bekannt zu geben.

Herr Dr. G. Tschermak dankt mit Schreiben vom 6. Juni für die Zumittelung der ihm für die Lösung der geologischen Preisfrage zuerkannten Preissumme.

Der Secretär legt folgende eingesendete Abhandlungen vor:

„Der Meteorsteinfall zu Nauplia am 29. August 1850, nebst Mittheilungen über einige Feuermeteore der neueren Zeit und über den Mond-Krater Linné“ von Herrn Director Dr. J. Schmidt zu Athen, mitgetheilt durch Herrn Hofrath W. Ritter v. Haidinger.

„Über das Saponin“ von Herrn Prof. Dr. Fr. Rochleder in Prag.

„Versuch einer natürlichen Anordnung der Nagethiere *(Rodentia)*.“ II. Abth. von Herrn Dr. L. Fitzinger in Pest.

„Über den Einfluß des den Schall fortpflanzenden Mittels auf die Schwingungen eines tönenden Körpers“, von dem k. k. Hauptmanne Dr. K. Friesach.

„Über directe Bestimmung der Achsen von Kreisbildern“ von Herrn R. Morstadt, Assistenten der descriptiven Geometrie am Polytechnikum zu Prag.

Herr Prof. Dr. E. Brücke legt eine Abhandlung „Über den Bau der rothen Blutkörperchen“ vor.

Derselbe übergibt ferner eine Arbeit des Herrn S. Exner „über Brown's Molecularbewegung“.

Der Präsident der Classe Herr Hofrath Dr. K. Rokitansky überreicht eine Abhandlung: „Beiträge zur physiologischen und pathologischen Anatomie der Haut“ von Herrn Dr. A. v. Biesia-

decki, Assistenten am pathologisch-anatomischen Institute der Wiener Universität.

Herr F. Unferdinger legt zwei Abhandlungen vor, und zwar: *a)* „die Summe der Exponential- der Sinus- und Cosinus-Reihe mit alternirenden Zeichengruppen"; *b)* „Nähere Bestimmung des Unterschiedes zwischen dem arithmetischen und geometrischen Mittel positiver Größen und deren Anwendung auf die Theorie der bestimmten Integrale."

Herr Dr. S. Mayer aus Worms übergibt eine Abhandlung: „Über die bei der Blutgerinnung sich ausscheidenden Fibrinquantitäten".

Herr Dr. S. L. Schenk, Assistent am physiologischen Institute der Wiener Universität legt eine Abhandlung „zur Physiologie des embryonalen Herzens" vor.

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Akademie der Wissenschaften, Königl.-Bayer., zu München: Sitzungsberichte. 1867. I., Heft 1—3. München; 8°.

— — Königl. Preuss., zu Berlin: Monatsbericht. März 1867. Berlin; 8°.

American Journal of Science and Arts. Vol. XLII, Nr. 126. New Haven, 1866; 8°.

Annalen der Chemie und Pharmacie von Wöhler, Liebig & Kopp. N. R. Band LXVI, Heft 3; Leipzig & Heidelberg, 1867; 8°.

Apotheker-Verein, allgem. österr.: Zeitschrift. 5. Jahrg. Nr. 12. Wien, 1867; 8°.

Astronomische Nachrichten. Nr. 1643—1644. Altona, 1867; 4°.

Beobachtungen, Magnetische und meteorologische, zu Prag. XXVII. Jahrgang. 1866. Prag, 1867; 4°.

Berlin, Universität, Akademische Gelegenheitsschriften. Berlin, 1867; 4°.

Bern, Universität, Akademische Gelegenheitsschriften. Bern, 1866; 4° & 8°.

Bibliothèque Universelle et Revue Suisse: Archives des Sciences physiques et naturelles. N. P. Tome XXVIII, Nr. 112; Genève, Lausanne, Neuchatel, 1867; 8°.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LXIV, Nr. 22. Paris, 1867; 4°.

Cosmos. 2e Série. XVIe Année, 5e Volume, 23e—24e Livraisons. Paris, 1867; 8°.

Gesellschaft der Wissenschaften, königl. böhmische, in Prag: Abhandlungen. V. Folge. XIV. Band. Prag, 1866; 4°. — Sitzungsberichte. Jahrgang 1865 & 1866. Prag, 1865 — 1867; 8°.

— Deutsche geologische, Zeitschrift. XVIII. Band, 3. & 4. Heft Berlin, 1866; 8°.

Gewerbe-Verein, n.-ö.: Verhandlungen und Mittheilungen. XVIII. Jahrg. Nr. 19. Wien, 1867; 8°.

Heidelberg, Universität: Akademische Gelegenheitsschriften 1866 & 1867; 8° & 4°.

Isis. Sitzungsberichte. Jahrg. 1867. Nr. 1—3. Dresden 1867; 8°.

Land- und forstwirthschaftl. Zeitung. XVII. Jahrg., Nr. 23—24. Wien, 1867; 4°.

Mittheilungen des k. k. Génie-Comité. Jahrg. 1867, 4. & 5. Heft. Wien; 8°.

— aus J. Perthes' geographischer Anstalt. Jahrgang 1867, Heft VI, nebst Ergänzungsheft Nr. 19. Gotha; 4°.

Moniteur scientifique. 251e Livraison. Tome IXe. Anneé 1867. Paris; 4°.

Reuss, Aug. Em., Die Gegend zwischen Kommotau, Saaz, Raudnitz und Tetschen in ihren geognostischen Verhältnissen. 8°.

— A., Botanische Skizze der Gegend zwischen Kommotau, Saaz, Raudnitz und Tetschen. 8°.

Société entomologique de France: Annales. 3e Série. Tome IVe— VIIe Paris. 1856—1859; 8°.

Society, The Royal Geographical: Proceedings. Vol. XI. Nr. 2 London, 1867; 8°.

Wiener medizin. Wochenschrift. XVII. Jahrg. Nr. 46—49. Wien, 1867; 4°.

Wochen-Blatt der k. k. steierm. Landwirthschafts-Gesellschaft. XVI. Jahrg. Nr. 12—13. Gratz, 1867; 4°.

Zeitschrift für Chemie, von Beilstein, Fittig und Hübner. X. Jahrg. N. F. III. Band, 9, 10. & 11. Heft. Leipzig, 1867; 8°.

Über den Bau der rothen Blutkörperchen.

Von dem w. M. **Ernst Brücke.**

Der Leser möge mir erlauben, in dem Folgenden mit dem anzufangen, womit man gewöhnlich zu schließen pflegt, mit dem Endresultate, zu welchem die in der Abhandlung niedergelegten Beobachtungen den Verfasser geführt haben. Wenn die Ideen einmal fixirt sind, ist es leichter, die beobachteten Erscheinungen zu beschreiben und die Schlüsse abzuleiten, welche daraus gezogen worden sind.

Man denke sich ein lebendes Wesen mit einem Leibe, dessen centraler Theil den Kern eines kernhaltigen Blutkörperchens bildet und als solcher frei ist von Hämoglobulin, während der übrige Theil die ganze Masse desselben enthält, welche im Blutkörperchen vorkommt. Diesen letzteren Theil denke man sich so in den Zwischenräumen einer porösen Masse liegend, daß er dieselben vollständig ausfüllt, dabei aber mit dem inneren, pigmentfreien Theile, dem Kern, ein zusammenhängendes Ganzes bildet. Das poröse Gebilde denke man sich als eine an sich bewegungslose, sehr weiche, farblose und glashelle Scheibe, nach Außen von glatter Oberfläche begrenzt. Das Ganze ist das kernhaltige Blutkörperchen.

Ich gehe nun daran, diese meine Vorstellung zu rechtfertigen.

Wenn man einen Tropfen einer Borsäurelösung, welche 2 Pct. der reinen geschmolzenen Säure enthält, auf einen Objectträger setzt, dann eine kleine Menge von einem lebenden Triton entnommenen Blutes hinzufügt, mit einem Deckglase bedeckt und sofort unter das Mikroskop bringt (starke Vergrößerung, Hartnak's Immersionslinse 10 oder 11); so sieht man eine Reihe beachtenswerther Veränderungen.

Die Blutkörperchen haben nicht mehr ihre elliptische Scheibenform; sie haben sich alle den Gestalten von Ellipsoiden größerer oder geringerer Excentricität angenähert, welche man sich durch Um-

drehung einer Ellipse um ihre große Axe entstanden zu denken hat. Es bleibt dabei vorbehalten, daß sie doch mehr oder weniger abgeplattet oder andere Abweichungen von der rein ellipsoidischen Gestalt an ihnen vorhanden sind. Bei allen ist der Kern von besonderer Deutlichkeit, aber er ist weniger regelmäßig gestaltet und gelagert als im normalen Blutkörperchen; seine lange Axe ist oft schief, ja in einzelnen Fällen sogar senkrecht gegen die lange Axe des Ellipsoids gestellt, und wenn das Körperchen rollt, so sieht man, daß der Kern an einer Seite desselben liegt und die Oberfläche desselben oft nicht unbedeutend überragt. Er ist dabei meist ellipsoidisch, bald stark länglich, bald nahezu sphäroidisch gestaltet, oft auch von sehr unregelmäßiger Form, stark lichtbrechend, dabei an seiner Oberfläche meist höckerig oder in seinem Inneren von ungleicher Beschaffenheit: denn bei starker Vergrößerung zeigt er zahlreiche Abwechslungen von hellen Lichtern und dunklen Flecken. Bisweilen sind diese weniger auffallend und er erscheint dann mehr glatt und glänzend.

Es muß hier gleich von vorherein festgestellt werden, daß ein solcher Kern im unveränderten Blutkörperchen nicht vorhanden gewesen sein kann. Wenn man das frische, unveränderte Blut bei denselben starken Vergrößerungen untersucht, so findet man den Kern nur als einen elliptischen, hellen, weißlichen Fleck angedeutet, der sich mehr oder weniger scharf begrenzt gegen die umgebende grünliche Masse des Blutkörperchens absetzt. Im schief oder auf der Kante stehenden Blutkörperchen ist er oft gar nicht wahrnehmbar. Er hat keine Ähnlichkeit mit dem dunkel contourirten, stark lichtbrechenden Gebilde, das wir vorher an durch Borsäure veränderten Blutkörperchen kennen gelernt haben. Da die Blutkörperchen unter der Einwirkung der 2percentigen Borsäurelösung allmälig blässer werden, indem sie einerseits ihre Farbe verlieren, andererseits der Brechungsindex des sogenannten Zelleninhaltes sinkt, so liegt es nahe, hiervon allein das Stärkerwerden des Contours abzuleiten, denn derselbe muß ja um so deutlicher hervortreten, je mehr jener Brechungsindex sinkt und je mehr er sich deshalb von dem des Kerns entfernt. Damit aber kommt man hier nicht aus. Der Brechungsindex des Kerns, wie wir ihn an durch Borsäure veränderten Blutkörperchen sehen, ist nach dem Glanze des Gebildes und nach der Härte des Contours zu urtheilen, beträchtlich höher als der des Zellenleibes im unveränderten Blutkörperchen. Wäre er also in

letzterem schon in solcher Beschaffenheit eingelagert, so müßte er in ihm noch durch einen kräftigen Contour gezeichnet sein. Das ist aber nicht der Fall. Man wird sich überzeugen, daß man den Contour um so mehr vermißt, je mehr die Blutkörperchen frisch und unverändert sind, ja daß die Grenze des Kerns nicht sowohl durch eine dunkle Linie gegeben ist, als durch den Wechsel der Farbe vom Weiß zum Grünlichen. Ein so auffälliger Wechsel, wie ihn die Borsäure ganz plötzlich hervorbringt, kann nur auf zweierlei Ursachen beruhen, erstens kann durch eine Veränderung im Kern, vielleicht durch einen Gerinnungsproceß, sein optisches Verhalten ein wesentlich anderes werden, und zweitens kann sich aus dem Zellenleibe etwas auf den Kern zurückziehen und dadurch dessen Masse verdichtet und vermehrt werden. Möglicherweise wirken beide Ursachen zusammen, daß aber die erstere nicht die allein wirksame ist, muß man aus folgenden Beobachtungen schließen. Während in einem Theile der Blutkörper da, wo der Umriß des Kerns sich verschärft, die Masse desselben weißlich bleibt und der Zellenleib zu Anfang noch grünlich erscheint, sieht man in anderen den peripherischen Theil farblos durchsichtig werden, indem sich um den Kern eine grünliche Masse zusammenballt. Bisweilen ist sie ziemlich gleichmäßig rund, bisweilen zeigt sie gegen die Peripherie gerichtete spitzige, strahlenförmige Hervorragungen. Sie nimmt nach und nach an Volumen ab und man hat endlich den stark lichtbrechenden glänzenden (sogenannten) Kern vor sich, er ist aber noch etwas grünlich gefärbt, während sich das ganze übrige Körperchen farblos durchsichtig zeigt.

Es scheint auf den ersten Anblick, als ob dieser Vorgang, der in ähnlicher Weise auch schon unter dem Einflusse anderer Reagentien beobachtet worden ist [1]), sich sehr leicht aus der seit 28 Jahren gangbaren Vorstellung vom Baue des Blutkörperchens erklären lasse. Nach dieser besteht das Blutkörperchen aus einer außen und innen glatten membranösen Hülle, einem flüssigen Inhalte und dem Kern. Der flüssige Inhalt kann sich also durch einen Gerinnungsproceß mit

[1]) So offenbar von Roberts (On peculiar appearences exhibited by blood corpuscles under the influence of solutions of Magenta and Tannin. Quart. Journ. of microscopical science July. Journ. p. 170. Henle's Jahresbericht für 1863) der zu der Ansicht geführt wurde, daß die rothen Blutkörperchen zwei dicht übereinanderliegende Membranen besäßen, die sich durch Reagentien von einander trennen lassen.

dem darin enthaltenen Haemoglobulin um den Kern zusammenballen und darauf der Farbstoff durch die umgebende Flüssigkeit langsam extrahirt werden, so daß der Kern einigermaßen gefärbt und verstärkt durch das um ihn gesammelte Gerinsel in der durchsichtigen Hülle zurückbleibt. In dem gewöhnlichen, zuerst beschriebenen Falle, in welchem der Kern mit scharfem, hartem Contour in der umgeben grünlichen Masse hervortritt, würde eben das sich bildende Gerinsel das Hämoglubulin von vorne herein nicht mitgerissen haben; weshalb einmal das eine, das andere Mal das andere geschieht, das müßte man von vorläufig unbekannten Verschiedenheiten der einzelnen Blutkörper untereinander ableiten. In der That ist nichts verführerischer als der Anblick des farblos gewordenen Körperchens: man glaubt die glatte, glashelle Zellmembran mit unwidersprechlicher Deutlichkeit vor sich liegen zu sehen, und doch verhält sich die Sache anders.

Ich will hier die Gründe nicht wiederholen, welche Beale (Archives of med. VIII 236, Henle's Jahresbericht über 1861; ferner: Upon the nature of the red bloodcorpuscle, Quart. Journ. of micr. science. 1864. Jan. Trans. p. 2) Max. v. Vintschgau (sopra i corpusculi sanguigni della rana. Atti del istituto veneto Vol. VIII, Ser. III) und Alex. Rollet (Versuche und Beobachtungen am Blut. Diese Berichte Bd. 46, Abth. II, pag. 65) gegen das Vorhandensein einer festen, membranösen Hülle geltend gemacht haben; ich will mich ganz auf das beschränken, was an durch Borsäure veränderten Blutkörperchen zu sehen ist.

Ich habe schon oben bemerkt, daß bisweilen der Contour des Kerns den der scheinbaren Membran überschreitet. Wenn man den letzteren genauer verfolgt, so findet man theils, daß dies Überschreiten nur scheinbar ist, man sieht bei scharfer Einstellung den Contour der scheinbaren Membran sich dem des Kerns anschmiegen und mit ihm in eins zusammenfließen, theils findet man ihn aber auch, und ich habe dies an ganz ruhig liegenden und deshalb zur sorgfältigen Beobachtung ganz geeigneten Körperchen gesehen, an der betreffenden Stelle unterbrochen, indem er an der Abdachung des Kerns mit einem schmalen lippenartig aufgebogenen Rande aufhört. Bisweilen tritt aus der so angedeuteten Öffnung eine Partie des Kerns hernienartig hervor; in der Mehrzahl der Fälle aber ist da, wo der Umriß des Kerns den des Blutkörperchens überschreitet ein anderes Verhältniß

deutlich erkennbar. Der Kern ist dem Körperchen nur noch eingepflanzt, er steckt nur noch bis zur Hälfte oder zu zwei Drittheilen darin, das übrige ragt frei hervor, ohne daß zwischen dem hervorragenden und dem darin steckenden Theile eine Einschnürung vorhanden wäre. Bisweilen hat sich der Kern ganz vom Körperchen getrennt und man sieht dann in einzelnen Fällen einen je nach der Einstellung bald helleren bald dunkleren, scharfgezeichneten Ring, der vom Rande einer napf- oder kesselförmigen Grube, in welcher der Kern zuletzt gesteckt hatte, herzurühren scheint.

Ist dies alles vereinbar mit der Vorstellung von einem innerhalb eines Bläschens stattfindenden Gerinnungsprocesse? Woher soll die Kraft kommen, welche den Kern mit dem ihn umgebenden Gerinsel nach aussen treibt und ihn die Zellmembran durchbrechen läßt? Wenn die Zellmembran zerplatzen soll, so kann dies doch nur durch Eindringen von Flüssigkeit in ihre Höhle veranlaßt werden, die sie dann durch nach allen Seiten gleichmäßig ausgeübten Druck zersprengt. Sie würde hierbei einen Riß bekommen, der Kern konnte herausgeschleudert werden und die Membran würde zusammenfallen, aber sie würde nicht in ihrer früheren Gestalt weiter schwimmen. Ganz im Gegensatze zu einem solchen plötzlichen Freiwerden des Kerns sehen wir ihn sich gewissermaßen aus der Masse des Blutkörperchens bald mehr bald weniger herausarbeiten, so daß die vollständige Trennung, wo sie stattfindet, nur als Endglied einer Reihe von allmälig ablaufenden Veränderungen erscheint. Die Masse, welche sich in der vorbeschriebenen Weise aus dem Körperchen herausarbeitet, muß dieses thun vermöge einer Kraft, welche zwischen ihr und dem Reste thätig ist, also von einem von beiden oder von beiden ausgeht. Da diese Masse nicht mehr dem allein entspricht, was wir im unveränderten Blutkörperchen den Kern nennen, ich aber nothwendiger Weise eine bestimmte Bezeichnung für sie haben muß, so will ich sie das Zooid nennen, das Gebilde, aus dem sie sich herausarbeitet, will ich hinfort als Ökoid bezeichnen. Nun denke man sich, daß das Zooid mit einem großen Theile seines Leibes in kleinen Räumen des Ökoids vertheilt ist, und daß diese die Räume erfüllenden Fortsätze, sich auf Einwirkung der Borsäure plötzlich zurückziehen, so ist es klar, daß nicht die ganze Masse bequem Platz finden kann in dem centralen Theile des Ökoids, den bisher der centrale Theil des Zooids allein ausfüllte. Hierdurch muß also, wenn keine

Öffnung im Ökoid vorhanden ist, eine Spannung entstehen, die noch vermehrt wird dadurch, daß gleichzeitig die Substanz des Ökoids durch die Flüssigkeit, welche in dieselbe eindringt, geschwellt wird. Da diese Substanz an und für sich weich und wenig widerstandsfähig ist, so kann sie leicht am Orte des kleinsten Widerstandes, an einer der beiden Flächenseiten des Kerns, wo das Ökoid vom Hause aus am dünnsten ist, nachgeben, und nun tritt das Zooid an die Oberfläche heraus, während das Ökoid weiter und weiter in die Form übergeht, welche ihm der Quellungsproceß anweist, und hierdurch seine Verbindung mit dem Zooid mehr und mehr gelockert wird. Dieser letztere Punkt scheint mir von wesentlicher Bedeutung zu sein. Man hat den Eindruck, daß sich das Zooid einerseits durch seine Contraction aus seiner innigen Verbindung mit dem Ökoid herausarbeitet, andererseits letzteres, indem es eine von seiner normalen verschiedenen Gestalt annimmt, sich mehr und mehr von ersterem zurückzieht. Es ist sogar zweifelhaft, ob hierzu ein eigentlicher Quellungsproceß nothwendig ist, indem, wie ein Öltropfen, in verdünntem Weingeist schwebend, sich stets zur Kugel gestaltet, so auch jede kleine, sehr wenig resistente Masse, die sich mit der umgebenden Flüssigkeit nicht mischt, und keinen anderweitigen Einflüssen unterworfen ist, der Kugelgestalt zustrebt. Schon die theilweise Lösung der Verbindungen mit dem Zooid, und mehr noch, die Durchbrechung seiner Oberfläche an irgend einer Stelle, muß bewirken, daß das weiche Ökoid in eine neue Gleichgewichtsfigur überzugehen sucht. Zieht sich das Zooid unversehrt zusammen, so ist es verhältnißmäßig massig und intensiv gefärbt, während der von ihm geräumte Theil des Ökoids sofort farblos durchsichtig erscheint. Zerreißt aber seine Substanz bei der Contraction oder wird sie unter dem Einflusse eines Reagens theilweise zerstört, so kann sich der Farbstoff in den Räumen des Ökoids verbreiten, und dieses erscheint dann so lange gefärbt, bis derselbe von der umgebenden Flüssigkeit ausgelaugt ist [1]); das seiner Hämoglobulinlösung beraubte Zooid ist unter diesen Umständen relativ klein und farblos.

---

[1]) Das Hämoglobulin wird, wie schon Kühne (Lehrb. d. phys. Chem. p. 202) angibt, von Borsäure allmälig zersetzt. Die Zeit, in der dies geschieht, hängt von der Concentration der Säure und der Temperatur ab, scheint aber außerdem noch bei verschiedenen Blutarten verschieden zu sein.



Dies ist die Deutung der Erscheinungen, welche mir nach vielfältigen Beobachtungen und langen Zweifeln die wahrscheinlichste geblieben ist.

Unverletzte Zooide im contrahirten Zustande habe ich am besten auf folgende Weise erhalten. Ich füllte ein kurzes und weites Reagirglas mit wässeriger Borsäurelösung, die nur 1 Procent der geschmolzenen Säure enthielt: dann schnitt ich einem Triton den Kopf ab und tauchte den Hals mit der Schnittfläche in die Lösung, so daß das Blut unmittelbar hineinfloß, mischte letzteres noch durch leichtes Umrühren mit der ersteren und ließ es bis zum andern Morgen stehen. Die Flüssigkeit hatte sich nur wenig gefärbt und die Blutkörperchen lagen als rothes Pulver am Boden. Hier zeigte sich nun überall das Zooid zu einer stark gefärbten maulbeerförmig höckerigen, bisweilen stark abgeflachten, ja selbst napfförmig eingebogenen Masse contrahirt, während das Ökoid vollkommen farblos und glashell durchsichtig war. Das Ansehen, welches die meisten dieser contrahirten Zooide darboten, erinnerte mich an eine Erscheinung, welche ich oft wahrgenommen hatte, wenn ich frisches und unverdünntes Tritonenblut unter das Mikroskop brachte. Ich sah dann einen großen Theil der Blutkörperchen eine sehr unregelmäßige Gestalt annehmen und an ihrer Oberfläche maulbeerartig höckerig werden. Ich konnte dies nicht von einem Verschrumpfungsprocesse, bewirkt durch Concentration des Serums in Folge der Verdunstung, herleiten, denn die Blutkörperchen waren keineswegs abgeflacht und etwa, wie man es an wirklich geschrumpften Körpern sieht, wie zerknittertes Papier gebogen, im Gegentheil war meistens der kleine Durchmesser vergrößert, während die beiden anderen, und zwar der größte am meisten, abgenommen hatten. Ich glaube, daß man diese Gestaltveränderung, welche ich als das Eintreten in die Maulbeerform bezeichnen will, von theilweiser Retraction der Fortsätze des Zooids ableiten muß, während welcher die Verbindung zwischen Zooid und Ökoid noch so fest ist, daß das letztere den Tractionen folgt und dadurch an seiner Oberfläche höckerig wird. Mir scheinen die frischen Ökoide noch weniger resistent zu sein, als die durch Borsäure veränderten. Ich habe von den letzteren sich nie zwei zu einer tropfenartigen Masse vereinigen sehen. Ich habe hierauf sorgfältig geachtet, da mir aus den Untersuchungen von Rollet (diese Berichte Band 50, Abth. II, S. 178) bekannt war, daß derselbe Blut-

körperchen, die er durch elektrische Schläge verändert hatte, zusammenfließen sah. Ich fasse Rollet's Beobachtungen nicht so auf, daß die Ökoide sich hier wie geradezu flüssigen Massen verhielten; auch weiche, sehr nachgiebige konnten zu derselben Erscheinung führen. Sind dergleichen sehr nachgiebige Massen groß und schichten wir sie auf einander, so folgen sie in allen ihren Theilen so sehr den Gesetzen der Schwere, daß die Umrisse der einzelnen für das Auge verloren gehen können. Wie aber auf solche größere weiche Massen die Schwere wirkt, so wirkt auf kleine, in der Flüssigkeit schwebende die ungleiche Anziehung der Substanzen auf sich selbst und auf einander, welche den Öltropfen im Weingeist zur Kugel formirt. Auch eine nicht gerade flüssige, aber sehr weiche Masse, bestehend aus festen und flüssigen Theilen, kann sich in einer Flüssigkeit, wie ich bereits oben erwähnte, zur Kugel gestalten, und so können auch zwei solcher sehr weicher Massen, wenn sie sich innig berühren, mit einander ein Sphäroid bilden, in dem die Grenzen der einzelnen nicht mehr sichtbar sind. Aber auch eine solche Art der Vereinigung habe ich an den in der Borsäurelösung schwebenden Ökoiden niemals gesehen.

Die einzige freiwillige Veränderung, welche ich an ihnen wahrgenommen habe, bestand darin, daß bisweilen die Convexität ihres Contours (offenbar in Folge von Austritt von Flüssigkeit aus dem Innern) an einer oder der andern Seite einsank. Noch nach 45 Stunden und bei 23 bis 24° C. Temperatur fand ich sie in der Borsäurelösung im wesentlichen unverändert wieder[1]: in der 1procentigen (nach geschmolzener Säure berechnet) Lösung waren sie sphäroidisch, in der 2procentigen und in der concentrirten waren sie unregelmäßig polyedrisch gestaltet, so weit man den Namen eines Polyeders auf eine nicht von wirklich ebenen Flächen begrenzte Figur anwenden kann. Diejenigen Ökoide, welche ihr Zooid eingebüßt hatten, unterschieden sich im übrigen nicht wesentlich von der großen Masse der übrigen, welche noch mit demselben in Verbindung waren. Ich nahm nun das Glas, welches die Blutkörper in der einprocentigen Lösung enthielt, verkorkte es fest und schüttelte

[1]) Die Borsäure wirkt kräftig antiseptisch aber verhindert die Bildung von Vegetationen nicht. Die Eingeweide eines Frosches, die ich in concentrirte Borsäurelösung gelegt hatte, zeigten nach mehreren Wochen noch keinen Fäulnißgeruch, aber eine dicke Schimmeldecke hatte sich gebildet.



es eine Zeit lang heftig, um zu sehen, ob ich dadurch die Körper zertrümmern könnte. Dies gelang in der That in der Weise, daß die Zahl der von ihren Zooiden getrennten Ökoide vermehrt war, daß die Ökoide, auch die, welche noch ihr Zooid trugen, größtentheils ihre sphäroidische Gestalt verloren hatten, verkleinert und höchst unregelmäßig gestaltet waren und Stücke von Ökoiden in der Flüssigkeit herumschwammen.

Ich habe viel nach einer präformirten Öffnung gesucht, durch welche das Zooid austreten könnte, aber nichts vertrauenswerthes gefunden. Man sieht zwar überaus häufig während der Einwirkung der Borsäure auf dem Zooid einen runden hellen Fleck, den man für eine Öffnung halten könnte, aber einerseits sind statt eines solchen Fleckes nicht selten mehrere vorhanden, und andererseits sah ich mehrmals Körperchen mit solchem Fleck sich auf die Seite wenden und erkannte im Profil deutlich, daß er von einem Tropfen farbloser Substanz herrührte, der das Ökoid nabelförmig ausbauchte, während er mit seiner anderen Hämisphäre in die gefärbte Masse des Zooids eingesenkt war. Der Fleck rührte also sicher von keiner Öffnung her, aber vielleicht sind es gerade solche nabelförmige Ausbuchtungen, durch welche sich der Durchbruch des Zooids vorbereitet, vielleicht zieht sich dann, nachdem derselbe erfolgt ist, der gebildete Rand auf der Abdachung des Zooids weiter zurück und verhärtet sich in dieser Lage und Gestalt einigermaßen unter der fortdauernden Einwirkung der Borsäure, so daß es geschehen kann, daß man ihn später, wenn das Zooid sich völlig abtrennt als die scharfe Begrenzung eines Kraters erkennt. Zweimal habe ich an einem solchen Rande etwas hängen sehen wie ein Züngelchen oder ein Stück eines Vorhanges, aber ohne es mit Sicherheit deuten zu können.

Das Nichtauffinden einer präformirten Öffnung hat mich veranlaßt, oben von denjenigen Erklärungsversuchen für die Erscheinungen abzusehen, welche sich, wie man leicht einsieht, darbieten würden, wenn eine präformirte Öffnung vorhanden wäre, durch welche das Zooid nach außen treten könnte.

Ich habe mich nun noch darüber zu rechtfertigen, daß ich von der Contraction des Zooids als eines lebenden oder vielmehr sterbenden Wesens gesprochen habe.

Bekanntlich stellte Klebs schon vor vier Jahren (Centralblatt der medicin. Wissenschaften 1863, pag. 851) die Sätze auf: „die

Blutkörperchen der Säugethiere sind contractile Gebilde, die sogenannte Maulbeerform entspricht dem bewegten, die Backschüsselform dem unbewegten Zustande; das todte Blutkörperchen hat eine Kugelform".

Nachdem Alex. Rollet seine reichen Erfahrungen über die Veränderungen, welche elektrische Schläge an den Blutkörperchen hervorbringen, publicirt hatte, besprach er (diese Berichte l. c.) die Gründe, welche uns veranlassen könnten, die Blutkörperchen in die Reihe der contractilen Elementarorganismen zu stellen, zugleich setzte er aber auch „die großen Bedenken, welche sich einer solchen Annahme entgegenstellen" auseinander. Sie gipfeln, abgesehen davon, daß man die rothen Blutkörperchen in den lebenden Gefäßen stets nur in passiver Bewegung sieht, darin, daß Blutkörperchen, die man Monate lang aufbewahrt, oder die man mit Kohlenoxyd vergiftet hat, sich gegen elektrische Schläge noch wesentlich ebenso verhalten, wie solche, welche frisch dem lebenden Thiere entnommen sind.

Ich kann die große Analogie zwischen den Erscheinungen, welche Rollet beobachtete und denen, welche ich gesehen habe, nicht verkennen. Auch er sah (siehe seine Figur 6 *b* und *c*) den Kern äußerlich eingepflanzt, und auch er sah ihn sich von dem übrigen Körper trennen. Das, was er dem gangbaren Sprachgebrauche gemäß den Kern nannte, muß ich als das Zooid oder vielmehr als den nach Verlust der in ihm enthaltenen Hämoglobulinlösung zurückgebliebenen Rest desselben ansprechen. Der Unterschied zwischen seinen und meinen Angaben ist in erster Reihe darin begründet, daß bei ihm das Zooid, wahrscheinlich in Folge des Zerreißens oder Zerplatzens seiner Substanz, sein Hämoglobulin stets in die Räume des Ökoids hinein fahren ließ, und dies deshalb nie ganz und unversehrt zur Anschauung kam. Andere Differenzen zwischen den von ihm und von mir gesehenen Bildern müssen, wie ich glaube, daraus erklärt werden, daß das Ökoid unter der Einwirkung der Borsäure etwas mehr Festigkeit gewann, als ihm im lebenden Blute zukommt. Wenn also die von ihm beobachteten Erscheinungen noch an abgestorbenen Blutkörperchen zu Stande kommen, so ist es bedenklich, die von mir gesehenen mit den Lebenseigenschaften derselben in Verbindung zu bringen, gleichviel ob sie sich an alten oder vergifteten Blutkörperchen noch in derselben Weise durch Borsäure hervor-

rufen lassen oder nicht [1]). Aber eben der Begriff des Absterbens ist es, der sich hier schwer fixiren läßt.

In Rücksicht auf das Absprechen der Lebenseigenschaften müssen wir sicher nicht minder vorsichtig sein als im Zuschreiben derselben. Ist es nicht bekannt, daß niedere Organismen, die eine Zeit lang auffällige Lebenserscheinungen zeigen, und von äußeren Einflüssen leicht erregt und auch leicht gefährdet werden, in Zuständen des Scheintodes übergehen, in denen sie von diesen Einflüssen wenig oder gar nicht afficirt werden, und in denen sie lange, ja zum Theil unbestimmt lange Zeit verharren können? In diesen Zuständen gibt es für sie immer noch ein Absterben, einen Tod, auch wenn sich keinerlei Lebenseigenschaften mehr an ihnen wahrnehmen lassen, denn sie können noch das ihnen innewohnende Vermögen verlieren, unter günstigen Bedingungen zu neuen Lebensregungen zu erwachen. Kann bei den Blutkörperchen nicht etwas Ähnliches stattfinden? Wissen wir denn, daß mit einer oder der anderen Lebenseigenschaft auch alle übrigen aus ihnen schwinden müssen? Können wir von mit Kohlenoxyd vergifteten Blutkörperchen, weil sie sich in mancher Beziehung anders verhalten als normale, behaupten, daß sie ihre Lebenseigenschaften vollständig verloren haben? Müssen, weil Muskeln, Bindegewebskörper und farblose Blutkörper, bald nach dem Tode des Individuums absterben, auch die rothen Blutkörperchen bald darauf alle ihre Lebenseigenschaften nothwendig einbüßen, während wir ja doch wissen, wie lange die Zellen des Eies, die ihren unter Umständen bewahren können? Wo wir kein Nervensystem vor uns haben und keine Irritabilitätserscheinungen im gewöhnlichen Sinne des Wortes direct nachweisen können, da fehlen uns die Kriterien, um jedesmal zwischen Leben und Leblosigkeit, sicher zu unterscheiden, zu unterscheiden zwischen Erscheinungen, welche nur an Organismen vorkommen können, und solchen, die auch an Objecten beobachtet werden, welche weder selbst Organismen sind, noch Theile eines solchen ausmachen. Was würde es uns nützen, wenn wir sagen wollten, die Scheidung des Zooids vom Ökoid beruhe nicht auf einer Contraction des ersteren, sondern auf einem blossen Gerin-

[1]) Ich habe Tritonen im Kohlenoxydgas erstickt und 16—22 Stunden darin liegen gelassen. Die Blutkörper schienen mir im Allgemeinen etwas stärker contourirte Kerne zu zeigen als normale. Auf Zusatz von Borsäure veränderten sie sich in ähnlicher Weise wie diese.



nungsprocesse? Wir würden keinerlei Garantie haben, dadurch der Wahrheit näher gekommen zu sein: wir hätten etwas ausgesagt, was wir nicht beweisen können und wir hätten nicht einmal einen Ausdruck gefunden, von dem aus sich die Erscheinungen, wie sie unter dem Mikroskope beobachtet werden, auf annehmbare Weise erklären lassen.

Eine Bewegung, welche man mit dem Namen Contraction bezeichnen kann, findet sicher statt; denn man sieht die gefärbte Masse von allen Seiten her gegen den Kern rücken. Was die Ursache dieser Contraction ist, und ob wir sie ihrem Wesen nach vergleichen können mit der Contraction einer sterbenden Amöbe, das wird vielleicht noch lange dunkel bleiben [1]).

Bis jetzt habe ich, so weit ich eigene Beobachtungen angeführt, nur von den Blutkörperchen der Tritonen gesprochen, weil sie sich für meine Versuche am meisten geeignet erwiesen; ich brauche aber wohl nicht zu sagen, daß ich zwischem ihrem Baue und dem von anderen elliptischen gekernten Blutkörperchen keinen wesentlichen Unterschied annehmen kann. Schwieriger ist es, sich eine haltbare Ansicht über den Bau der Blutkörperchen der Säugethiere und des Menschen zu bilden.

Dadurch, daß wir anerkannt haben, daß der Kern in normalen Amphibienblutkörpern nicht in der Weise und mit den Eigenschaften vorhanden ist, wie man ihn nach abgestorbenen beschrieben hat, ist die breite Kluft zwischen kernhaltigen und kernlosen Blutkörpern einigermassen verschmälert. Bekanntlich sieht man auch in letzteren häufig einen centralen hellen Fleck, der als centraler pigmentloser oder pigmentarmer Theil des Zooids gedeutet werden könnte; aber es läßt sich auch nichts gegen die gangbare Ansicht einwenden, welche ihn lediglich von der centralen Depression ableitet. Die Maulbeerform, welche, wie mir scheint, der Maulbeerform der Tritonenblutkörper analog ist, kann durch Contraction des Zooides hervorgerufen sein. Auch die Veränderungen, welche Max Schultze auf dem heizbaren Objecttische beobachtete [2]), würden von diesem

---

[1]) Vergl. außer den Beobachtungen von Klebs auch noch Preyer's Angaben über Contractilitätserscheinungen an rothen Blutkörperchen (Virchow's Archiv. XXX. 417) und das was Beale über von ihm beobachtete Formveränderungen mittheilt. (Quart. Journal of micr. society 1864 Jän. Trans. p. 32.)

[2]) Archiv für mikroskopische Anatomie I. 1.



Standpunkte aus leichter verständlich sein als von dem des Schwannischen Zellenschemas, und es ist hier besonders hervorzuheben, daß M. Schultze diese Veränderungen nur an Blutkörperchen beobachtete, welche noch ihre Scheibenform bewahrt hatten, nicht an solchen, die bereits kugelförmig geworden waren. Aber ich muß sogleich hinzufügen, daß die Meinung, auch das kernlose Blutkörperchen bestehe aus Zooid und Ökoid, bis jetzt nur auf einem bloßen Schlusse aus der Analogie basirt werden kann, da die Borsäure, welche mir bei den Tritonenblutkörperchen so gute Dienste leistete, mich bei den Blutkörpern der Säugethiere und des Menschen gänzlich im Stiche gelassen hat. Diese werden darin kleiner, kugelrund, dann geben sie ihren Farbstoff ab und verblassen. Zuletzt bleibt ein kreisrunder Contour als einziger Rest ihres mikroskopischen Bildes.

Über die directe Bestimmung der Achsen von Kreisbildern.

Von **Rafael Morstadt,**

Assistent der descriptiven Geometrie am Polytechnikum zu Prag.

(Mit 1 Tafel.)

In der Zeitschrift für Mathematik und Physik 4. Heft 1867 hat der Verfasser eine Abhandlung über die räumliche Projection (Reliefperspective) veröffentlicht, welche insbesondere die Bestimmung des Kugelreliefs eingehender behandelt. Bei der Construction der zweiten Schaar von Kreisschnitten der Fläche zweiten Grades, als welche das Reliefgebilde der Kugel erscheint, kommen zwei Ebenen 𝔖 und 𝔉 zur Anwendung, welche nicht allein dieses Problem höchst einfach und elegant lösen, sondern auch noch anderweitige Ausbeute gestatten.

Die Ebene 𝔖 ist die Polarebene des Centrums c in Bezug auf die gegebene Kugelfläche, zu ihr parallel und in gleichem Abstande von 𝔖 und c befindet sich die Ebene 𝔉.

Beide Ebenen zusammen bilden die Fundamentalebenen eines involutorischen, räumlich-collinearen Systems, in welchem Original und Relief übereinfallen [1]).

Der diesbezüglichen Construction läßt sich nun zunächst eine für die gewöhnliche Centralprojection nützliche Deutung unterlegen, welche zur Lösung des Problems führt:

Die Achsen des Kegelschnittes zu construiren, welcher einem gegebenen Kreise als Bild entspricht.

Es dürften die folgenden Constructionen insofern nicht uninteressant erscheinen, als sie unmittelbar, ohne conjugirte Durchmesser des Kreisbildes zu benützen, die Bestimmung derjenigen Sehnen im Original gestatten, welche sich im Bilde als die Achsen des fraglichen Kegelschnittes darstellen.

---

[1]) Die Existenz und Bedeutung dieser Ebenen für Involution und Symmetrie hat Herr Professor Dr. W. Fiedler in seinen Vorlesungen am Polytechnikum meines Wissens zuerst dargelegt.

Sie sollen für den Fall der Ellipse, Parabel und Hyperbel durchgeführt werden; bezüglich ihrer Begründung aber erlaubt sich der Verfasser auf die ebenerwähnte Abhandlung zu verweisen.

Es bezeichne S die Spur der Ebene des Kreises in der Bildebene, F die Fluchtlinie derselben, c das um letztere Gerade in die Bildebene umgelegte Centrum. (Collineationscentrum.)

Wenn man im Abstande ch zu S die Parallele P zieht, wobei dieser Abstand im Sinne der Umlegung von c zu nehmen, so bilden bekanntlich F und P die Gegenachsen des durch die vorliegenden Elemente bestimmten central-collinearen Systems; in F liegen die Bilder der unendlich fernen Punkte des Originals, während P alle jene Originalpunkte enthält, deren Bilder ins Unendliche fallen.

Man findet zu einem gegebenen Punkte a den entsprechenden Bildpunkt a', indem man durch a eine Gerade G legt, welche S schneidet, mittelst des Parallelstrahles $cf \parallel G$ ihren Fluchtpunkt f bestimmt und den Schnittpunkt von df mit ca bemerkt.

df ist parallel zu der Geraden, welche das Centrum mit dem Schnittpunkte von G mit P verbindet.

Die Lage des gegebenen Kreises in Bezug auf die Gegenachse P charakterisirt die Gattung des Kegelschnittes, der sich als Bild ergibt; man erhält eine Ellipse, Parabel oder Hyperbel, je nachdem der Kreis mit der Geraden P keinen Punkt gemein hat, sie berührt oder schneidet.

Die Ellipse.

(Fig. 1.)

Wenn m den Mittelpunkt des in die Bildebene umgelegten Kreises bezeichnet, so lassen sich die Achsen des Kreisbildes wie folgt construiren:

Man fälle $md \perp S$, bestimme $\mathfrak{S}$ als Polare von c in Bezug auf den Kreis, lege die Gerade $\mathfrak{F}$ parallel zu $\mathfrak{S}$ in gleichem Abstande von $\mathfrak{S}$ und c und sehe ihren Schnittpunkt T mit P nach.

Die Polare rs von T gibt in md den Punkt o als Original des Mittelpunktes der Ellipse.

Von hier ab läßt sich die Construction auf folgende Arten vollziehen:

a) Indem man aus *T* mit dem Halbmesser *Tc* einen Kreis beschreibt, dieser bestimmt in *P* die Punkte *v* und *w*, welche mit *o* verbunden, die Originale der fraglichen Achsen liefern.

Die Punkte *r* und *s* gehören ebenfalls diesem Kreise an und man bemerkt, daß *cv*, *cw* bereits die Achsenrichtungen sind.

Die Punkte *v*, *w* und die Geraden 12, 34 sind harmonische Pole und Polaren, denn die Polare 12 von *v* geht durch den Pol *w* von 34 und umgekehrt.

b) Durch Verlängerung der Verbindungslinien *br* und *bs* bis zu *P*. Die Polaren der gewonnenen Schnittpunkte *v* und *w* sind die Originale der fraglichen Achsen.

c) Man errichte $goh \perp md$, ziehe oT und bemerke die Schnittpunkte der Verbindungslinienpaare *bh*, *lr* und *bg* *ls*; diese bestimmen mit *o* gleichfalls die gesuchten Geraden. Oder:

d) Man lege die Tangente in *a* an den Kreis, so schneidet sie die Tangenten *Tr* und *Ts* in Punkten *p* und *q* der obigen Geraden.

Die Achsen selbst, als die Bilder der Sehnen 12, 34 sind nun leicht zu ermitteln, man wird etwa o' bestimmen und durch diesen Punkt Parallele zu *cv*, *cw* ziehen, oder man wird die Durchgangspunkte der Sehnen benützen u. s. w.

Die Gegenseiten des dem Kreise in den Punkten 1, 2, 3, 4 berührend umschriebenen Vierseits treffen sich offenbar in *P*, als der Polare von *o* und bilden sich als Tangenten in den Endpunkten der Achsen ab.

Die Sehnenpaare *ab*, *hg* und *rs*, *kl* würden sich als conjugirte Durchmesser der Ellipse projiciren und zwar als symmetrisch gegen die Achsen gelegene Paare.

Im Originale spricht sich diese Symmetrie als Involution des Büschels der zusammengehörigen Sehnenpaare aus, in welcher *ab*, *hg* das rectanguläre Paar bilden und sie ist der Grund, weßhalb die Verbindungslinien *hb* und *lr*, *bg* und *ls*, sowie die Tangentenpaare der Punkte *a* und *r*, *a* und *s* sich in Punkten der den Achsen entsprechenden Sehnen schneiden müssen.

Die Parabel.

(Fig. 2.)

Der gegebene Kreis berührt die Gegenachse *P* in *t*.

Unter dieser Voraussetzung projicirt sich der Kreis als Parabel, deren Achse sich einfach wie folgt, ermitteln läßt:

Man ziehe, wie im vorhergehenden Falle $md \perp S$, bestimme die Gerade $\mathfrak{F}$ und ihren Schnittpunkt T mit der Gegenachse P. Dann hat man nur:

a) Aus T mit dem Halbmesser Tc die Gerade P in v zu durchschneiden, so ist die Polare von v das Original der Parabelachse und ct deren Richtung. Oder:

b) Den Berührungspunkt der Tangente Tr mit a zu verbinden, P in v zu durchschneiden und die Polare von v zu bestimmen. Oder auch:

c) Man lege die Tangenten Tr und ap an den Kreis, so gibt die Verbindungslinie ihres Schnittpunktes p mit t die verlangte Gerade.

Schneidet nun pt die Spur S in δ, so ist $\delta p' \parallel ct$ die Parabelachse.

Auch hier liegt der Construction Symmetrie zu Grunde, man wird z. B. finden, daß die Bilder der Tangenten ap und Tr symmetrisch gegen die Achse liegen, daß $a'r' \perp p'\delta$ und $a'g = r'g$ wird. Die Polare rt von T schneidet im gegenwärtigen Falle den Durchmesser md im Punkte t, welcher dem Mittelpunkte des Bildes als Original entspricht.

Die Hyperbel.

(Fig. 3.)

Der gegebene Kreis durchschneidet die Gegenachse P.

Man ziehe wieder $md \perp S$, bestimme mittelst der Geraden $\mathfrak{F}$ den Punkt T und dessen Polare rs. Letztere bestimmt in md den Punkt o als Original des Mittelpunktes der Hyperbel, also auch als Punkt der gesuchten Originale der Achsen.

Nun verfahre man wie in Fig. 1, nämlich:

a) Man lege den Kreis Tc und verbinde dessen Schnittpunkte v und w in P mit o.

cv und cw sind die Achsenrichtungen, ov und ow die Originale der Achsen. Oder:

b) Man construire ow und ov als Polaren der durch Verbindung von b, r und b, s (oder a, s und a, r) in P gewonnenen Punkte v und w.

Die unter *c)* Fig. 1 angegebene Construction verliert hier ihre Brauchbarkeit, weil die Schnittpunkte g, h und k, l der in o errich-

teten Normalen zu *md* sowohl, als der Geraden *To* mit dem Kreise imaginär werden.

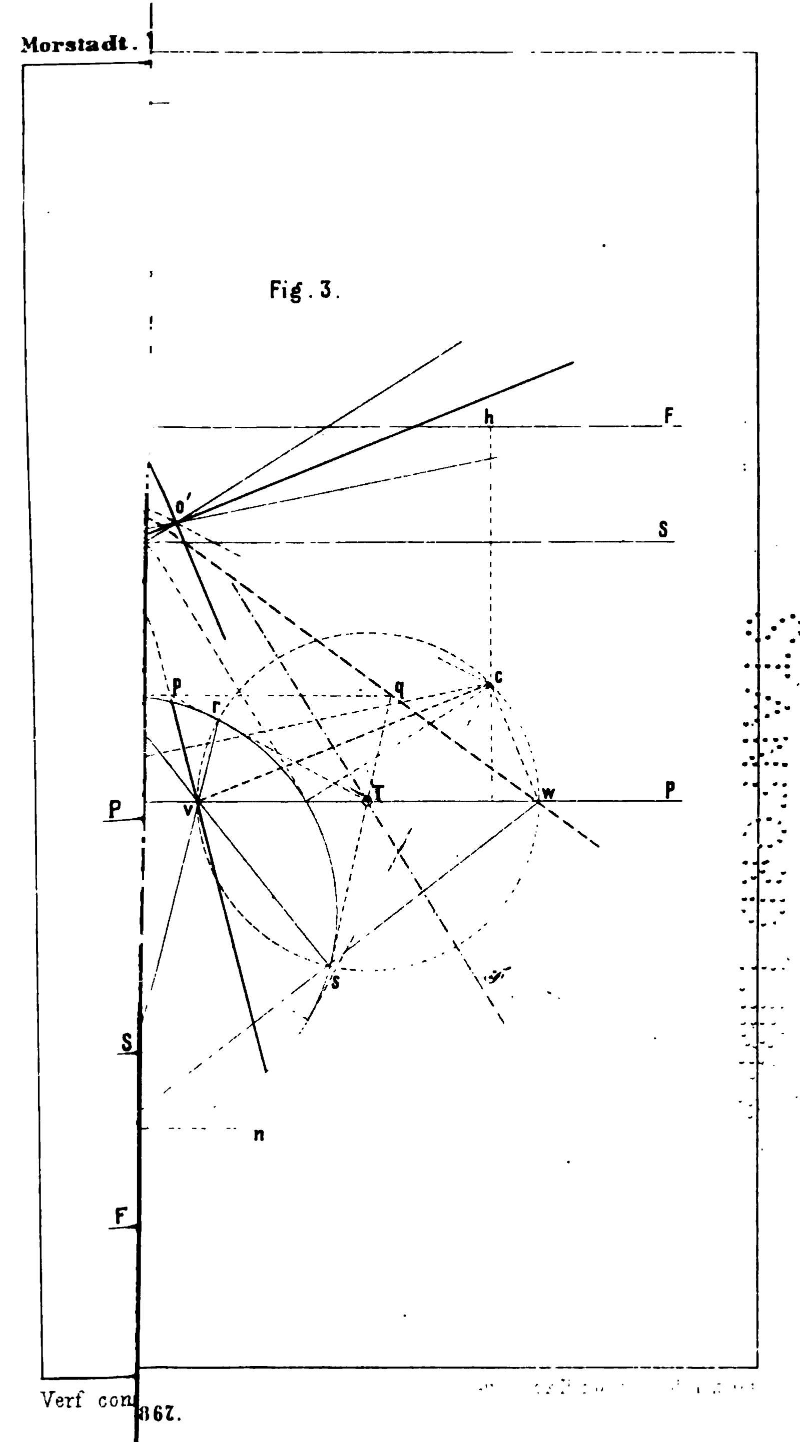
d) Man lege die Tangente in *a* an den Kreis und markire ihre Schnittpunkte *p* und *q* mit den Tangenten *Tr* und *Ts*, so gehören diese gleichfalls den Originalen der Achsen an.

Die Achsen selbst lassen sich nun sofort angeben, man hat einfach durch die Durchgangspunkte ihrer Originale oder durch den früher bestimmten Punkt *o'* Parallele zu *cv* und *cw* zu ziehen.

Als Asymptoten der Hyperbel projiciren sich die aus *o* an den Kreis gehenden Tangenten, ihre Richtungen sind durch die Strahlen aus *c* nach den Schnittpunkten des Kreises mit der Gegenachse *P* schon im Voraus bekannt.

Wenn man die Bilder der Tangentenpaare *Tr*, *ap* und *Ts*, *bn* construirt, so findet man wiederum, daß dieselben symmetrisch gegen die Achsen liegen; die Sehnen *ar* und *bs* werden rechtwinkelig zur reellen, *br* und *as* rechtwinkelig zur imaginären Achse.

Die hier angeführten Constructionen sind einfach genug durchführbar, um in Fällen, wo es sich nicht eben um das Kreisbild selbst, als vielmehr um dessen Achsen handelt, mit Vortheil angewendet zu werden; sie gewähren überdieß beachtenswerthe Genauigkeitsproben und eine ziemliche Ausbeute neugeometrischer Beziehungen.


Morstadt.
Fig. 3.
h
F
o'
S
p
q
c
r
v
T
w
P
s
S
n
F
Verf con 867.

Über das Saponin.

Von dem w. M. Dr. Friedrich Rochleder.

Im Jahre 1853 (Juliheft der Sitzungsberichte der mathem.-naturw. Classe der kais. Akademie der Wissenschaften) habe ich die Resultate der Versuche veröffentlicht, welche ich in Gemeinschaft mit Dr. R. Schwarz mit dem Saponin angestellt hatte. Mittheilungen über denselben Körper, welche Bolley im darauffolgenden Jahre in den Annalen der Chemie von Wöhler und v. Liebig (Bd. XC. 211) veröffentlichte, veranlaßten mich, die Arbeit mit dem Saponin wieder aufzunehmen. Ich veranlaßte später Herrn von Payr sich mit dem Saponin zu beschäftigen. In der Sitzung vom 3. Jänner 1862 hatte ich die Ehre, der kais. Akademie die gewonnenen Resultate in einer Abhandlung: Über Saponin und Caïncin und deren Spaltungsproducte vorzulegen. Die kürzlich mitgetheilten Erfahrungen über das Aescigenin in den Früchten von *Aesculus Hippocastanum* und über das Caïncin ließen mir eine abermalige Bearbeitung des Saponin nöthig erscheinen, um seine Beziehungen zu den beiden genannten Substanzen endgültig festzustellen. Es gelang auch eine nahe Verwandtschaft des Saponin und Caïncin festzustellen und einfachere Formeln für die Zusammensetzung des Saponin, Sapogenin und der übrigen Spaltungsproducte zu construiren, als früher für diese Körper von mir aufgestellt worden waren.

Das Saponin ist entsprechend der Formel $C_{64}H_{54}O_{36}$ zusammengesetzt.

		Berechnet	Gefunden[1]		
C_{64} =	384	52·89	52·90	52·65	52·63
H_{54} =	54	7·44	7·57	7·34	7·48
O_{36} =	288	39·67	39·53	40·01	39·89
	726	100·00	100·00	100·00	100·00

[1] Die Analysen finden sich in der Abhandlung: Über Saponin und Caïncin und deren Spaltungsproducte. Sitzungsberichte der mathem.-naturw. Classe der k. Akademie der Wissenschaften. Sitzung vom 3. Jänner 1862.

Die folgenden Analysen zeigen, daß dem Saponin kleine Mengen eines homologen Körpers = $C_{66}H_{56}O_{36}$ bisweilen beigemengt sein dürften.

Gefunden				
53·20	—	53·14	—	53·19
7·64	—	7·52	—	7·63
39·16	—	39·34	—	39·18
100·00	—	100·00	—	100·00

Bei vollkommener Spaltung zerlegt sich das Soponin in Sapogenin und Zucker nach folgendem Schema:

$$C_{64}H_{54}O_{36} + 4HO = C_{28}H_{22}O_4 + 3(C_{12}H_{12}O_{12}).$$

Ich habe früher für das Sapogenin die Formel $C_{56}H_{42}O_8$ aufgestellt. Der geringere Wasserstoffgehalt in den Analysen rührte vom Trocknen der Substanz bei Zutritt des Sauerstoffes der Luft her. Das Trocknen der Substanz wurde deßhalb im Kohlensäurestrom vorgenommen.

I. 0·1869 Sapogenin bei 125° C. im Kohlensäurestrom getrocknet gaben 0·5188 Kohlensäure und 0·1702 Wasser.

II. 0·1878 bei 130° C. im Kohlensäurestrom getrocknet gaben 0·5219 Kohlensäure und 0·1737 Wasser.

			Berechnet		I.		II.
C_{28} =	168	—	75·68	—	75·70	—	75·79
H_{22} =	22	—	9·91	—	10·12	—	10·27
O_4 =	32	—	14·41	—	14·18	—	13·94
	222	—	100·00	—	100·00	—	100·00

Das Sapogenin ist sowohl in Äther als in Alkohol löslich. Die Lösung in Alkohol liefert bei langsamem, freiwilligem Verdunsten seidenglänzende, weiße, concentrisch gruppirte, nadelförmige Krystalle. Es löst sich in verdünnter, wässeriger Kalilösung und wird durch Zusatz von stärkerer Lauge als Kaliverbindung in weißen Flocken aus der Lösung abgeschieden. Mit weingeistiger Kalilösung zusammengebracht, löst es sich leicht auf; wenn die Kalilösung concentrirt war, bringt Wasser einen Niederschlag hervor. Wenn kein Überschuß von Kali vorhanden ist, entsteht kein Niederschlag durch Wasserzusatz. Das Sapogenin hat die Natur einer schwachen Säure und steht zum Caïncigenin in demselben Verhältniß, wie die Essigsäure zum Äthylglycol.

Caïncigenin = $C_{28}H_{24}O_4$; Sapogenin = $C_{28}H_{22}O_4$.

Glycol = $C_4H_6O_4$; Essigsäure = $C_4H_4O_4$, oder wenn man sich der typischen Schreibweise bedienen will:

$$\left.\begin{matrix} H \\ \Theta_{14}H_{22} \\ H \end{matrix}\right\} \Theta_2 \text{ und } \left.\begin{matrix} \Theta_{14}H_{21}\Theta \\ H \end{matrix}\right\} \Theta.$$

Das Sapogenin mit Kalihydrat und wenig Wasser in einer Silberschale erhitzt bis zur beginnenden Zersetzung, wird der Hauptmaße nach nicht verändert, während ein kleiner Theil zerstört wird unter Bildung einer braunen, schmierigen Substanz und fetten Säuren, von denen die Essigsäure die Hauptmasse ausmacht und Buttersäure am Geruche zu erkennen ist. (Das Barytsalzgemenge gab 59·2% Baryt.) Das durch Salzsäure oder Schwefelsäure vom Kali abgeschiedene Sapogenin nach dem Waschen mit Wasser, durch Lösen in Äther und Krystallisiren aus Alkohol gereinigt, zeigt dieselbe Zusammensetzung wie das Sapogenin vor der Behandlung mit schmelzendem Kali, aber der Schmelzpunkt der Substanz ist ein anderer geworden. Das mit Kali behandelte Sapogenin schmilzt bei 128° C. während das mit Kali nicht behandelte bei dieser Temperatur seinen Aggregatzustand nicht ändert.

In der öfter erwähnten Abhandlung: Über Saponin und Caïncin etc.... sind mehrere Producte unvollkommener Spaltung des Saponin erwähnt, die durch die Einwirkung von Salzsäure auf Saponin in wässeriger Lösung entstehen. Diese Producte lassen sich mit der Formel $C_{28}H_{22}O_4$ des Sapogenin sehr wohl in Einklang bringen.

Wenn aus dem Saponin nur zwei Äquivalente Zucker abgeschieden werden, so entsteht das gelatinöse, dem Chinovin ähnliche Product $C_{40}H_{32}O_{14}$ nach folgendem Schema:

$$C_{64}H_{54}O_{36} + 2HO = C_{40}H_{32}O_{14} + 2(C_{12}H_{12}O_{12}).$$

			Berechnet		Gefunden
C_{40}	= 240	—	62·50	—	62·34
H_{32}	= 32	—	8·33	—	8·37
O_{14}	= 112	—	29·17	—	29·29
	384	—	100·00	—	100·00

Aus dieser Substanz kann ½ HO ausgetrieben werden.

			Berechnet		Gefunden		
C_{40}	= 240	—	63·24	—	63·35	—	63·33
$H_{31\cdot5}$	= 31·5	—	8·30	—	8·57	—	8·57
$O_{13\cdot5}$	= 108·0	—	28·46	—	28·08	—	28·10
	379·5	—	100·00	—	100·00	—	100·00

Ein zweites Product der Spaltung ist der Formel $C_{68}H_{54}O_{18}$ entsprechend zusammengesetzt.

$$C_{68}H_{54}O_{18} + 2HO = C_{12}H_{12}O_{12} + 2(C_{28}H_{22}O_4).$$

			Berechnet		Gefunden
C_{68}	= 408	—	67·33	—	67·04
H_{54}	= 54	—	8·91	—	8.88
O_{18}	= 144	—	23·76	—	24·08
	606	—	100·00	—	100·00

Das Verhalten dieser gelatinösen Substanz gegen Weingeist zeigt, daß es nicht ein Gemenge von dem Spaltungsproduct $C_{40}H_{32}O_{14}$ mit $C_{28}H_{22}O_4$ ist, denn das Sapogenin löst sich nur langsam und schwierig in kaltem, wasserhältigem Weingeist auf, während $C_{40}H_{32}O_{14}$ darin leicht löslich ist. Der Körper $C_{68}H_{54}O_{18}$ löst sich in kaltem, wasserhältigem Weingeist leicht auf. Öfters wurde beim Behandeln von Saponin mit Salzsäure ein Gemenge von $C_{40}H_{32}O_{14}$ nnd $C_{68}H_{54}O_{18}$ zu gleichen Äquivalenten erhalten.

$$C_{68}H_{54}O_{18} + C_{40}H_{32}O_{14} = C_{108}H_{86}O_{32}.$$

			Berechnet		Gefunden
C_{108}	= 648	—	65·45	—	65·22
H_{86}	= 86	—	8·69	—	8·44
O_{32}	= 256	—	25·86	—	26·34
	990	—	100·00	—	100·00

Das von Fremy aus Saponin dargestellte Spaltungsproduct, welches er Aesculinsäure nannte und welches von ihm mit der Formel $C_{52}H_{46}O_{24}$ bezeichnet wurde, ist offenbar $C_{52}H_{42}O_{24}$, entstanden aus Saponin nach dem Schema:

$$C_{64}H_{54}O_{36} = C_{52}H_{42}O_{24} + C_{12}H_{12}O_{12}.$$

			Berechnet		Gefunden von Fremy
C_{52}	= 312	—	57·14	—	56·91
H_{42}	= 42	—	7·69	—	8·64
O_{24}	= 192	—	35·17	—	34·45
	546	—	100·00	—	100·00

Bei der guten Übereinstimmung des gefundenen Kohlenstoffgehaltes mit der Berechnung ist der Fehler in der Wasserstoffbestimmung weder einer Verunreinigung der Substanz noch einer Beimengung eines andern Spaltungsproductes zuzuschreiben, sondern rührt höchst wahrscheinlich von einem Schreibfehler her.

Wird Saponin [1]) mit wenig Weingeist übergossen und unter Zusatz von Stücken von Natriumamalgam dem Sonnenlichte ausgesetzt, so löst es sich schnell auf, und es scheiden sich dunkelgraue Flocken einer klebrigen Materie aus. Die Lösung, von dem Quecksilber abgegossen und von den grauen Flocken abfiltrirt, ist weingelb und gibt mit wasserfreiem Alkohol versetzt einen zähen und klebrigen Niederschlag, der sich bald an den Wandungen des Gefäßes absetzt, so daß die alkoholische Flüssigkeit davon klar abgegossen werden kann. Im Wasserbade verdunstet, läßt der Weingeist ein Gemenge von Natronsalzen zurück. Der größte Theil ist kohlensaures Natron, welches sich durch die Kohlensäure der Luft gebildet hat; neben dem kohlensauren Salz ist etwas essigsaures Natron mit Spuren von buttersaurem Natron vorhanden. Der klebrige Niederschlag löst sich leicht in Wasser auf, und wird mit verdünnter Schwefelsäure im Überschusse versetzt. Diese Flüssigkeit im Wasserbade erwärmt, erstarrt bald zu einer kleisterartigen Masse, während Saponin durch verdünnte Schwefelsäure nur wenig bei 100° C. angegriffen wird. Dieser Kleister wurde im Wasser vertheilt, auf ein Filter gebracht und mit Wasser gewaschen um das schwefelsaure Natron und den Zucker zu entfernen. Die gewaschene, hellbräunliche Gelatine wurde in wasserfreiem Weingeist gelöst, mit rauchender Salzsäure versetzt, und unter öfteren Ersatz des verdunsteten Alkohols durch 10 Stunden im Wasserbade erhitzt. Dadurch wurde die Masse in Sapogenin und Zucker gespalten, welcher letztere wieder durch die Salzsäure weiter verändert wurde. Um das Sapogenin zu reinigen, wurde die alkoholische Lösung sammt dem herausgefallenen Sapogenin mit viel Wasser vermischt und auf dem Wasserbade in einer Schale erhitzt, um den meisten Weingeist zu verjagen. Die ausgeschiedene Masse des Sapogenin wurde nach dem Erkalten auf einem Filter gesammelt und mit Wasser gewaschen, dann in Alkohol gelöst dem etwas Ätz-

[1]) So wie man es durch Erkalten des alkoholischen Decoctes der Gypsophila-Wurzel erhält.



kalilösung zugesetzt war und diese Lösung mit Wasser vermischt und auf dem Wasserbade der Weingeist verjagt und die wässerige Flüssigkeit eingeengt. Das ausgeschiedene, weiße Sapogeninkali wurde von der braunen Mutterlauge abfiltrirt und mit verdünnter Salzsäure zerlegt, das Chlorkalium durch Waschen mit Wasser entfernt. Das Sapogenin wurde hierauf in Äther gelöst von wenigen unlöslichen Flocken abfiltrirt und der Äther von der Lösung abdestillirt. Der weiße Rückstand wurde in heißem Alkohol gelöst und die concentrirte Lösung in einem Kolben der freiwilligen Verdunstung überlassen, wobei das reine Sapogenin auskrystallisirte. Die Wirkung des Natriumamalgam auf Saponin besteht demnach nicht in einer Veränderung des Sapogenin, sondern einerseits in der Umwandlung der das Saponin begleitenden Verunreinigungen in unlösliche Verbindungen und anderseits in einer Veränderung des Kohlehydrates, welches im Saponin an Sapogenin gebunden ist.

Die hier gegebenen Daten beziehen sich auf Saponin aus Gypsophilawurzel. Ob alle Substanzen, welche unter dem Namen Saponin als Bestandtheile der verschiedensten Pflanzen angegeben werden mit dem Saponin der Gypsophila identisch sind oder nicht, wird erst durch eine genauere Untersuchung dieser Körper entschieden werden können.

Über die bei der Blutgerinnung sich ausscheidenden Fibrinquantitäten.

Von Dr. Sigmund Mayer aus Worms.

(Aus dem physiologischen Institute der Wiener Universität.)

Im Verlaufe einer Untersuchung, die zur Beantwortung einer anderen Frage unternommen war, fielen mir Unregelmäßigkeiten in den für die Fibrinquantitäten geronnenen Blutes gefundenen Zahlen auf. Da nicht gut anzunehmen war, daß die zur Fibrinbestimmung in Anwendung gezogene Methode die Schuld hievon trug und auf anderweitig begründete Fehlerquellen kein dringender Verdacht vorlag, so veranlaßte mich diese Beobachtung zu einer größeren diesen Gegenstand betreffenden Versuchsreihe. —

Vor allem kam es darauf an, Blut zu verarbeiten, von dem mit Sicherheit angenommen werden konnte, daß es eine von Haus aus gleiche Zusammensetzung besitzt. Um dies zu erreichen bediente ich mich zum Auffangen des Blutes, Anfangs eines Trichters, an dessen unterer Öffnung eine gabelige Theilung angebracht war. Diese Vorrichtung erwies sich aber als nicht sehr zweckmäßig, da das Blut auf dem Wege von der Arterie bis zu dem Glasgefäße leicht gerann und dann das Trichterrohr verstopfte. Ich vertauschte deswegen den Trichter mit einer kleinen gabelig getheilten Canüle, welche in die blosgelegte *Arteria carotis* eingebunden wurde. Bei dieser Art der Gewinnung des Blutes durfte man sicher sein, daß die zur Vergleichung ihres Fibringehaltes verwendeten Blutportionen eine von Haus aus gleiche Zusammensetzung besitzen. Dieser Umstand ist nicht ohne Wichtigkeit für den vorliegenden Gegenstand. Denn bei der Vergleichung des Fibringehaltes von Blutportionen, die nacheinander einem Thiere entnommen sind, kann die Möglichkeit einer schon von vornherein nicht ganz gleichen Zusammensetzung nicht ausgeschlossen werden. Daß bei sehr kleinen Blutentziehungen die nacheinander aufgefangenen Blutportionen eine wesentliche Differenz

ihrer Zusammensetzung aufweisen, ist jedoch nicht sehr wahrscheinlich. —

Das Fibrin habe ich nach dem Vorgange von Becquerel und Rodier, Scherer und Anderen in der Art bestimmt, daß ich zuerst den Blutkuchen oder die durch Schlagen erhaltenen Fibrinklumpen in einem Filterbeutelchen von dichter Leinwand auswusch. Das Auswaschen wurde so lange fortgesetzt, bis das Waschwasser farblos ablief und das Fibrin ganz weiß war oder höchstens noch einen schwach rosarothen Stich zeigte. Mit einer reinen Pincette wurde sodann der Faserstoff von der Leinwand abgelesen. Diese Procedur läßt sich unter Zuhilfenahme einer Lupe sehr vollständig ausführen, da sich selbst die kleinsten Fibrinpartikelchen durch einen eigenthümlichen Glanz von der Leinwand abheben. Nach Extraction mit siedendem Alkohol, wurde bei 110—120°C. im Luftbade getrocknet, bis kein Gewichtsverlust mehr eintrat, und nach dem Erkalten über Schwefelsäure gewogen.

Die mit dem Fibrin ungelöst bleibende fibrinoplastische Substanz aus dem Stroma der Blutkörperchen habe ich vernachläßigen zu dürfen geglaubt, da die Menge derselben nach Hoppe-Seyler[1]) im Säugethierblute außerordentlich gering ist. Ich habe das Auswaschen des Fibrin in Leinwandbeutelchen dem auf dem Filter vorgezogen, weil letztere Procedur eine außerordentlich lange Zeit in Anspruch nimmt. Herr Professor Brücke theilte mir außerdem mit, er habe bei Gelegenheit früher von ihm angestellter Versuche beim Auswaschen des Fibrin auf dem Filter die Beobachtung gemacht, daß zu der Zeit, zu welcher das Waschwasser nur noch schwach gefärbt ablaufe, letzteres auch immer Eiweißreaction gibt, — zum Zeugniß, daß dann bereits eine Zersetzung im Fibrin eingetreten ist, durch welche ein löslicher Eiweißkörper von demselben abgespalten wird.

Sämmtliche Versuche beziehen sich auf das arterielle Blut des Hundes; nur in einem einzigen Falle ist venöses Blut aus einer *Vena jugularis* zur Fibrinbestimmung verwendet. Ich stelle nun zuerst diejenigen Versuchsresultate tabellarisch zusammen, bei denen die Differenzen in den Fibrinmengen der beiden den zwei Schenkeln der Canule entströmten Blutportionen so geringe sind, daß sie füglich auf Rechnung der Fehlerquellen der Methode gesetzt werden können.

---

[1]) Handbuch der physiologischen und pathologischen chemischen Analyse, p. 308.

	Zur Bestimmung verwendetes Blut in Grammen	Daraus erhaltenes Fibrin in Grammen	Fibrin in Perc.	Bemerkungen.
I	*a.* 63·66 *b.* 50·35	0·1835 0·1461	0·288 0·290	*a)* Kalt aufbewahrt und 18—24 Stunden später bestimmt.
II	*a.* 90·99 *b.* 133·08	0·3617 0·529	0·397 0·397	
III	*a.* 44·61 *b.* 45·50	0·2459 0·2504	0·551 0·549	
IV	*a.* 36·06 *b.* 31·95	0·1267 0·1117	0·351 0·349	*a)* In Wasser von 45°C., *b)* in Eis der Gerinnung überlassen.
V	*a.* 51·15 *b.* 61·81	0·176 0·2177	0·344 0·352	Ebenso wie bei IV.
VI	*a.* 104·17 *b.* 120·16	0·205 0·2455	0·196 0·204	
VII	*a.* 77·66 *b.* 61·15	0·164 0·127	0·211 0·207	
VIII	*a.* 58·91 *b.* 58·68	0·12 0·1195	0·203 0·203	*a)* Der spontanen Gerinnung überlassen, *b)* geschlagen.
IX	*a.* 72·66 *b.* 77·35	0·0796 0·0814	0·109 0·105	

In einer zweiten Tabelle stelle ich Resultate zusammen, die zwischen den zwei mit derselben Canule entnommenen Blutportionen bezüglich des Fibringehaltes beträchtliche Differenzen aufweisen.

	Zur Bestimmung verwendetes Blut in Grammen	Daraus erhaltenes Fibrin in Grammen	Fibrin in Perc.	Bemerkungen.
I	*a.* 73·47 *b.* 68·53	0·1829 0·1396	0·248 0·203	
II	*a.* 33·83 *b.* 23·96	0·0800 0·0505	0·238 0·210	
III	*a.* 79·33 *b.* 152·65	0·1037 0·1644	0·132 0·107	
IV	*a.* 125·41 *b.* 58·70	0 1802 0·0625	0·143 0·108	

	Zur Bestimmung verwendetes Blut in Grammen	Daraus erhaltenes Fibrin in Grammen	Fibrin in Perc.	Bemerkungen.
V	*a.* 46·59 *b.* 48·48	0·0635 0·0859	0·136 0·177	*a)* geschlagen, *b)* der spontanen Gerinnung überlassen.
VI	*a.* 28·77 *b.* 45·57	0·0444 0·0756	0·154 0·165	
VII	*a.* 77·30 *b.* 83·60	0·1727 0·176	0·223 0·210	Beide Portionen auf 45° C. erwärmt.
VIII	*a.* 58·98 *b.* 47·02	0·2586 0·196	0·438 0·417	*a)* geschlagen, *b)* der spontanen Gerinnung überlassen.
IX	*a.* 59·34 *h.* 46·75	0·1005 0·0929	0·169 0·197	*b* ist 2mal 24 Stunden später bestimmt als *a*.
X	*a.* 62·98 *b.* 50·82	0·0962 0·086	0·152 0·169	
XI	*a.* 47·37 *b.* 54·37	0·264 0·248	0·557 0·456	*a* in Eis, *b* in Wasser von 45° C.

Als Erläuterung zu den bevorstehenden Tabellen mag noch Folgendes hinzugefügt werden. Wo nichts Besonderes angemerkt ist, bezieht sich die Fibrinbestimmung auf den Blutkuchen des spontan geronnenen Blutes. In allen ausgeführten Analysen blieb das Blut über Nacht ruhig stehen und wurde dann erst mit dem Auswaschen des Fibrin begonnen. In der Tabelle I ergibt sich als die niedrigste Differenz zwischen den Portionen des gleichen Blutes 0, als die höchste 0·009, in der Tabelle II dagegen als niedrigste Differenz 0·013, als höchste 0·101.

Aus den vorstehend mitgetheilten Zahlen muß ich nun den Schluß ziehen:

1. Daß aus zwei Portionen von Hause aus gleichen Blutes, welches nach seiner Entnahme aus der Arterie unter möglichst gleichen Bedingungen gehalten wird, das eine Mal gleiche, das andere Mal ungleiche Mengen Fibrin ausfallen.

2. Daß diese Unregelmässigkeiten auftreten, mag von den Blutportionen die eine spontan ruhiggeronnen sein, die andere geschlagen oder geschüttelt worden sein.

3. Daß dasselbe Verhalten zu constatiren ist, gleichgiltig ob die eine Portion im Wasserbade von 45° C. rasch zur Gerinnung gebracht

worden ist, die andere hingegen durch Einbringen in Eis eine Verlangsamung ihrer Gerinnung erfahren hat.

Einen besonderen Einfluß auf die Menge des ausgeschiedenen Fibrin glaubte ich im Anfange meiner Versuche der Zeit zuschreiben zu dürfen, welche zwischen der Bestimmung je zusammengehöriger Blutportionen vergeht. Ich fand nämlich in mehreren Fällen in der ein- bis zweimal 24 Stunden später verarbeiteten Portion mehr Fibrin, als in der früher untersuchten. Diese Ansicht aber mußte ich fallen lassen, nachdem ich erfahren, daß Differenzen, wie die gefundenen, auch vorkommen, wenn die zugehörigen Blutmengen genau zu gleicher Zeit verarbeitet werden. Auch ist mir der Versuch, der die eben vorgetragene Meinung direct hätte bestätigen sollen, nicht gelungen. Ich goß nämlich in mehreren Fällen gleich nach Bildung des Blutkuchens das darüber stehende Serum ab, stach sodann den Blutkuchen an und entfernte ebenso das auf diese Weise noch erhaltene Serum. In dieser Flüssigkeit aber trat keine Spur von Gerinnung mehr ein. Immerhin bleibt die Möglichkeit offen, daß die im Blutkuchen in großer Menge eingeschlossenen Blutkörperchen noch während längerer Zeit hindurch kleine Nachgerinnungen produciren.

Über den uns hier beschäftigenden Gegenstand sind in der Literatur bereits mehrfache Angaben niedergelegt. So sagt Abeille[1]) daß sich das Fibrin in geschlagenem Blute vermehrt, ebenso daß das Blut auf 60°—65°C. erwärmt, einen höheren Werth für das Fibrin ergibt. Al. Schmidt[2]) beruft sich auf Abeille's Arbeit, die er ganz in Übereinstimmung findet, mit den von ihm gesammelten Thatsachen. Besonders findet er darin eine Bestätigung seiner Aufstellung „daß die fibrinogene Substanz sich mit der fibrinoplastischen in verschiedenen Verhältnissen zu verbinden vermag, und daß Temperaturerhöhung sowohl als Berührung mit fremden Körpern einen reichlicheren Eintritt der letzteren in die Verbindung bedingt, resp. die Hindernisse der Verbindung vermindert. Diese Theorie Al. Schmidt's, die an und für sich ganz plausibel erscheint, dürfte jedoch durch Abeille's Angaben nicht sehr vertrauenswerth gestützt sein. Denn Abeille hat weder seine Bestimmungsmethode,

---

[1]) Comptes rendus Bd. XXXII. (1851) pag. 378.

[2]) Reichert's und Dubois Archiv 1862 pag. 556.

noch die von ihm gefundenen Zahlenwerthe mitgetheilt, noch irgend eine Garantie dafür geboten, daß er wirklich vergleichbares Blut unter den Händen gehabt hat.

Außerdem hat Abeille auf 60—65°C. erwärmt. Da sich aber bekanntlich *Serum-albumin* haltige Flüssigkeiten bei 60—65°C. zu trüben beginnen, so hat er wahrscheinlich geringe Mengen coagulirtes *Serum albumin* mit gewogen. Zu dem Allem, was schon an und für sich gegen die Zuverlässigkeit der Abeille'schen Angaben spricht, kommt noch, daß Marchal de Calvi[1]) umgekehrt unter zwölf Fällen zehnmal in geschütteltem Blut weniger Fibrin gefunden haben will, als in ruhig geronnenem. Den Behauptungen Marchal de Calvis' schlossen sich an Alhiet[2]) und Corne[3]), welch' letzterer einen Unterschied in dem Effect des Schlagens und des Schüttelns des Blutes statuiren will. Corne führt die erhaltenen Zahlen an; die Differenzen sind ähnlich denen, die ich oben in Tabelle II, als aus gleichem Blute erhalten, mitgetheilt habe. —

Den eben angeführten Untersuchungen der französischen Forscher muß ich nun meine Versuchsresultate entgegenhalten, aus denen ich schließen muß, daß die von ersteren als Momente der Vermehrung oder Verminderung des Faserstoffes in Anspruch genommenen Umstände (Schlagen, Schütteln des Blutes) nicht als solche anerkannt werden können. Differenzen im Fibringehalte von Blutportionen, die von Hause aus wirklich gleiche Zusammensetzung besitzen, können vielmehr ohne jedwede nachweisbare Ursache eintreten.

Von dieser merkwürdigen Thatsache weiß ich mir vorläufig keine Rechenschaft zu geben. Die oben angeführte A. Schmid't-sche Hypothese scheint allerdings in ihrem einen Theile auch durch meine Versuchsresultate gestützt werden zu können. Es hat einige Wahrscheinlichkeit für sich, daß an den aufgefundenen Differenzen, die verschiedenen Quantitäten fibrinoplastischer Substanz betheiligt sind, welche, da sie im Überschusse im Blute vorkommt, in wandelbaren Verhältnissen in die Bildung des Fibrins eingehen kann. Durch welche Umstände aber im einzelnen Falle, dieses Verhältniß normirt wird, darüber läßt sich vorläufig nicht das Mindeste aussagen.

---

[1]) Comptes rendus Bd. XXXI. (1850) pag. 30.

[2]) Ibid. pag. 312.

[3]) Comptes rendus Bd. XXXII. pag. 723

Es braucht kaum besonders bemerkt zu werden, daß die oben mitgetheilten Versuchsresultate zu großer Vorsicht mahnen in allen Fällen, in denen es sich darum handelt aus Differenzen im Fibringehalte des Blutes Schlüße für Physiologie und Pathologie zu ziehen.

Schließlich will ich noch einiger Erfahrungen Erwähnung thun, die ich im Verlaufe meiner Untersuchung gemacht habe. Die von den Autoren schon längst erwähnten großen Schwankungen im Fibringehalte des Blutes verschiedenen Individuen hatte ich ebenfalls Gelegenheit zu constatiren.

Als niedrigste Werthe fand ich

0·066 Procent Fibrin.
0·081 „ „
0·093 „ „

gegen die höchsten Werthe

0·349 Procent Fibrin.
0·351 „ „
0·352 „ „

Die Bestimmungen sind an dem Blute von Hunden gemacht, an denen keinerlei Eingriff war vorgenommen worden. Besonderes Interesse bieten noch die Resultate folgender zwei Versuche.

Einem Hunde wurde auf die oben angegebene Weise Blut aus der Carotis entnommen und das Fibrin darin bestimmt. Zwei Tage darauf wurde dieselbe Procedur unter Benützung der Carotis der anderen Seite wiederholt; acht Tage nach der zweiten Operation dem Thiere Blut bis zum Verblutungstode entzogen. Die Analyse ergab folgende Werthe für das Fibrin in Procenten:

I. Blutentziehung.	II. Blutentziehung.	III. Blutentziehung.
0·216	0·112	0·550

Ein zweiter in ähnlicher Weise angestellter Versuch, bei welchem übrigens nur zwei Blutentziehungen gemacht werden, ergab für Fibrin in Procenten:

I. Blutentziehung.	II. Blutentziehung.
0·349	0·478

Die Reaction auf die durch die Operation gesetzte Verwundung war nicht bedeutend; Temperaturbestimmungen wurden keine vorgenommen. Die Fibrinvermehrung im Blute (die Differenzen sind viel bedeutender als die oben in Tabelle II angegebenen) könnte eben sowohl durch die Blutentziehung als auch durch die an der Wunde sich entwickelnde Entzündung hervorgebracht worden sein. Welcher dieser beiden Factoren hiebei aber besonders betheiligt ist, müßte durch eine eigene Versuchsreihe entschieden werden.

Zur Physiologie des embryonalen Herzens.

Von **Dr. S. L. Schenk,**
Assistenten am physiologischen Institute in Wien.

Die Bewegungen des embryonalen Herzens in einer bestimmten Periode der Entwickelung, ist eine jener Bewegungserscheinungen, die vom Einfluße des Centralnervensystems unabhängig ist. Beachten wir zunächst den Bau des Centralnervensystems bei einem drei Tage alten Huhnembryo, dessen Herz sich schon rytmisch contrahirt, so finden wir im elementaren Baue beider (des Herzens und Centralnervensystems) keine Verschiedenheit, sie bestehen beide aus Zellen mit körnigem Protoplasma und einem oder mehreren Kernen. Derartige Elementarorganismen setzen auch die übrigen Organe zusammen, nur stehen sie in einigen Organanlagen wie Herz, Darmfaserplatte, Centralnervensystem etc. dichter gedrängt neben einander als in anderen z. B. in den Urwirbeln. Eben so wenig als wir specifisch entwickelte Nervenelemente im Centralnervensystem nachweisen können, finden wir die Nervenstränge in ihrer Anlage, so daß das Herz durch keine Verbindung mit dem Centralorgane im Zusammenhange steht, noch irgend welche Elemente die den Ganglienkugeln gleichen in seiner Masse beherbergt.

Innerhalb der Herzhöhle findet sich eine Schichte von spindelförmigen Elementen, wie sie auch als nächste Begrenzung der Gefäßlumina an Querschnitten von Gefäßen zu sehen sind. Von dieser Zellenlage ist aber dargethan, daß sie nur zur Auskleidung der Herzhöhle dient, wie die embryologischen Untersuchungen an späteren Entwickelungsstadien des Herzens ergeben.

Da ich dem Gesagten zufolge keine aufschlußgebenden Anhaltspunkte erhielt, welche die Contractionen des Herzens vom Einflusse des Centralnervensystems abhängig machen könnten, so suchte ich nun, ob das Protoplasma des Herzens durch Einwirkung chemischer

Agentien zur Thätigkeit angeregt werde. Das Ergebniß meiner Untersuchungen nach dieser Richtung war wenig befriedigend, da ich weder unter den Säuren noch unter den Alkalien eine Flüssigkeit fand, die das Herz zur Contraction anregte, dagegen wirkten die Säuren im äußerst verdünnten Zustande momentan tödtend auf das Herz, so daß auch bei sich lebhaft contrahirenden Herzen nach Einwirkung der Säure höchstens noch zwei Zuckungen erfolgten.

Eine Ausnahme hievon macht die Borsäure, 2 pct., in ihr konnte sich das Herz sofort contrahiren, nahezu so lange als im ClNa 1 pct. was aus ihrem Verhalten zu den Eiweißkörpern, wie Herr Prof. Brücke gezeigt hat, hervorgeht.

Hiedurch ward ich in den Stand gesetzt, eine Flüssigkeit zu gewinnen in der ich durch längere Zeit das Herz während der Contraction beobachten konnte. Später fand ich im Jodserum mit einem geringen Jodgehalte eine Flüssigkeit, die meinen Anforderungen am besten entsprach, und der ich mich im Verlaufe meiner Untersuchungen bediente.

In destillirtem Wasser bekam ich früher Stillstand des Herzens, als in 1 pct. ClNa, 2 pct. Borsäure oder Jodserum. Dämpfe von NH_3, auf einem im Ei befindlichen drei Tage alten Huhnembryo von dem die Dotterhaut abgezogen ward, geleitet, bewirkten sogleich Stillstand des Herzens.

Alle chemischen Agentien, die die Contraction des Herzens unterbrechen, machten das Protoplasma des Herzens undurchsichtig. Die Borsäure, das ClNa und Jodserum im angegebenen Verhältnisse, wirken nicht derart auf das Protoplasma des Herzens, indem letzteres in dieser Flüssigkeit seine Durchsichtigkeit ziemlich lange behält, bis der Stillstand eingetreten ist.

Die bisherigen Untersuchungen sind an Herzen, die mit dem Embryonalleibe im Zusammenhange waren, angestellt. — Ich habe an den zu untersuchenden Embryonen, die aus dem Ei sogleich in Jodserum von geringem Jodgehalte gelegt wurden, das Herz vom übrigen Embryonalleibe getrennt. Letzteres ist mit Leichtigkeit auszuführen, indem man das Amnios abzieht, hierauf den Embryo mit einer Nadel fixirt, während man das frei pulsirende Herz abschneidet.

Man kann sich überzeugen, daß dieses frei pulsirende Herz sich gegen chemische Agentien ganz so verhält, wie das vom Embryo

nicht isolirte. Ein solches lospräparirtes Herz beobachtete ich bis nach einem Zeitraume von 6 — 8 Minuten keine Contraction mehr eintrat. Hierauf erwärmte ich das auf einem Objectträger befindliche Herz über einer Spirituslampe, alsbald fing es wieder zu pulsiren an, bis es nach einigen Minuten stille stand, worauf neuerdings der Wärme ausgesetzt die Contraction begann.

Ekhard hatte an 8—10tägigen Embryonalherzen vom Huhne Versuche gemacht, und konnte die von den Vorhöfen getrennten Kammern bei einer Temperatur von 41 — 42° C. zur Bewegung anregen.

Ich habe, um die Temperatur annähernd zu bestimmen, bei welcher das embryonale Herz eines drei Tage alten Embryo vom Huhne am lebhaftesten sich contrahirt, den heizbaren Objecttisch benützt, und kam dabei im Durchschnitte zu folgenden Resultaten.

Das vom Embryonalleibe getrennte Herz eines drei Tage alten Huhnembryo wurde in Jodserum, welches neutral reagirte, gebracht, nach erfolgtem Stillstande auf einem Objectträger der Untersuchung mit dem heizbaren Objecttische unterzogen. Bei 26° C. begann das Protoplasma des Herzens durchsichtiger zu werden, mit 28° C. waren an dem auspräparirten Herzen in größeren Intervallen Contractionen wahrzunehmen, bei 30—34° C. waren die Contractionen so rasch, wie man sie zu sehen Gelegenheit hat, wenn man ein am Ende des dritten Tages bebrütetes Hühnerei aufschlägt und im Ei den Herzschlag beobachtet. Bei 36° C. folgten die Contractionen in kleineren Intervallen; bei 40—41 war Stillstand. Nachdem die Temperatur gesunken war bis auf 32° C. begann die Pulsation wieder, beim Sinken der Temperatur bis auf 23° C., hörte sie auf. — Die Versuche konnte ich öfters an einem und demselben Herzen ausführen, so daß ich bei Steigerung der Temperatur das Herz zur Contraction anregen konnte, bei Herabsetzung derselben bis auf 23° C. aber Stillstand erhielt.

Brachte ich die Temperatur auf 45° C. und darüber, so war ich nicht in der Lage beim Sinken der Temperatur auf 32° C. Contractionen zu bekommen, was bei den Versuchen, wo die Temperatur 41° C. nicht überschritten hat, nicht der Fall war.

Setzte ich die Temperatur auf 8° C. herab, und steigerte neuerdings dieselbe bis auf circa 34° so beobachtete ich einige Contractionen.

Wurde aber ein Herz, welches vom Embryonalleibe getrennt war, im Jodserum, das vor der Verdunstung so ziemlich geschützt war, in einer Temperatur von 30—34° C. erhalten, so dauerte die Contraction mehrere Stunden hintereinander, bis endlich nur einige zitternde Bewegungen sich zeigten, die in kleinen Zeitintervallen folgten, worauf ein Stillstand eintrat.

Wenn ich das herauspräparirte Herz in kleine Theile zerzupfte, so daß ein Theil ungefähr den zehnten Theil des ganzen ausmachte, und Stillstand im Contrahiren eintrat, so konnte ich durch Erwärmen auf dem heizbaren Objecttisch die einzelnen Stücke neuerdings zur Contraction anregen. Die einzelnen Stücke des Herzens zeigten dasselbe Verhalten gegen Wärme wie das ganze Herz, und man ist dadurch, daß kleinere Stücke beobachtet werden können, in der Lage, das Verhalten des Protoplasma und der Kerne in demselben während der Contraction genauer zu beobachten.

Haftet das Protoplasma mehrerer Zellen aneinander, so sieht man, daß es rythmisch bei der Contraction seinen Ort verändert, und die Kerne mit bewegt werden. Nur am Rande eines solchen Stückes aus dem Herzen kann man eine oder mehrere Zellen isolirt beobachten. Man sieht, daß die Kerne im Protoplasma mit den Bewegungen des letzteren ihren Ort nicht verändern. Das Protoplasma zeigt eine Veränderung, die mit der Contraction des Herzens im Zusammenhange steht, nämlich, daß der Durchmesser desselben nach einer Richtung sich verkleinert, nach einer zweiten an Ausdehnung gewinnt. — Man kann wegen der Kleinheit des Objectes, und der Schnelligkeit mit der die beschriebenen Veränderungen vor sich gehen, auf keine Weise ermitteln, ob denn wirklich keine Volums-Zu- oder Abnahme bei der Contraction stattfindet, was allenfalls bei dem angegebenen Verhalten der Elemente während der Contraction nicht der Fall sein sollte, indem dieselben nur nach einer Richtung an Ausdehnung gewinnen, was sie nach einer zweiten verlieren.

Aus diesen Versuchen über die Bewegung des embryonalen Herzens am drei Tage alten Huhnembryo geht hervor: daß die Contraction des Herzens zu dieser Zeit unabhängig vom Centralnervensystem, und nur Product der Protoplasmacontraction ist, aus welchem die Elemente des Herzens bestehen. Nachdem ein solches embryonales Herz in einer Temperatur von 23° C. bewahrt, seine

Contractionen eingestellt hat, können dieselben dadurch wieder angeregt werden, daß man es auf 34—36° erwärmt. Dies gilt nicht nur für das Herz in Verbindung mit dem übrigen Embryo, sondern auch für das isolirte Herz und sogar für einzelne Stücke desselben, die etwa den zehnten Theil des Ganzen ausmachen. — Da wir im Herzen keine Formelemente durch die mikroskopische Untersuchung nachweisen können, die den Ganglienkugeln ähnlich wären, ebenso wenig Nervenstränge in das Herz einziehen sehen, so müssen wir annehmen, daß die Wärme direct das Protoplasma der Elemente des Herzens beeinflußt, und zur Contraction anregt.

Untersuchungen über Brown's Molecularbewegung.

Von Sigmund Exner.

(Aus dem physiologischen Institute der Wiener Universität.)

Die von Brown im Jahre 1827 entdeckte und nach ihm benannte Molecularbewegung besteht in einer unter dem Mikroskope sichtbaren zitternden Bewegung fein vertheilter Körper, die frei in einer Flüssigkeit suspendirt sind. Da diese Partikeln — so will ich der Kürze wegen jene Körpertheilchen nennen — nicht nach Art eines in Pendelbewegung schwingenden Körpers an denselben Ort zurückkehren, von dem sie ausgegangen, sondern anscheinend fortwährend neue Impulse bekommen, so entsteht eine unregelmäßig fortschreitende Bewegung, die die Summe, bezüglich Differenz der einzelnen kleinen Verschiebungen darstellt. Den durch dieses Wandern von den Partikeln zurückgelegten Weg benützte ich als Maß für die Lebhaftigkeit der Bewegung.

Man erhält auf diese Weise zwar nicht absolut richtige, aber doch relativ annähernd genaue Resultate.

Ich schaltete zu diesem Zwecke nach dem Beispiele Wiener's [1]) einen in Quadrate eingetheilten Maßstab aus Glas so in das Ocular meines Mikroskopes ein, daß mein ganzes Sehfeld in verhältnißmäßig kleine Quadrate getheilt schien, dadurch ward es mir möglich, den von einem Partikel zurückgelegten Weg direct zu messen. Waren die Partikeln unter gleichen Verhältnissen beobachtet und möglichst gleich groß gewählt, so waren die Resultate gewöhnlich ziemlich übereinstimmende.

Um mein Object vor jeder Verdunstung, vor Strömen der ganzen Flüssigkeit und vor sonstigen störenden Einflüssen zu schützen,

---

[1]) Poggendorf's Annal. CXVIII.

bedeckte ich immer den auf einen Objectträger gebrachten Tropfen mit einem Deckgläschen, und schloß nun den so durch die Flüssigkeit vollkommen erfüllten Raum zwischen Deckgläschen und Objectträger durch eine an den Rändern des Deckgläschens aufgetragene Schichte Asphaltlack vollkommen ab.

So ward das Object auf den Tisch des Mikroskopes gebracht, einige Minuten ruhen gelassen, um ein etwa doch eintretendes Strömen der Flüssigkeit (durch Druck auf das Deckgläschen u. a.) zur Ruhe kommen zu lassen, und dann wenn Vergleiche zwischen zwei Beobachtungen gemacht werden sollten, schnell hinter einander an demselben Object beobachtet.

Ich verwendete zu diesen Untersuchungen gefällten Schwefel, gefällten Mastix, Zinnober, gepulverte Kohle und Glimmer u. ä., hauptsächlich aber in Wasser suspendirtes Gummigutt.

Es entsteht zunächst die Frage, ob die Partikeln oder die Flüssigkeit das Bewegende sind. — Ich muß mich der Ansicht derer anschließen, die in der Bewegung der Partikeln nur den Ausdruck einer Bewegung der Flüssigkeit sehen, indem sie in derselben kleine Strömchen annehmen, von welchen die Partikeln mitgerissen werden. Es scheinen mir für diese Auffassung auch folgende Erscheinungen zu sprechen.

Man sieht oft zwei Partikeln sich eine Zeit lang eng neben einander fortbewegen, ohne sich zu berühren. Da dies nicht Folge der Cohäsion sein kann, da die Partikeln noch eine sichtbare Strecke von einander entfernt sind, so liegt es nahe anzunehmen, sie seien beide in eines jener angenommenen Strömchen gerathen, von diesem in ein zweites u. s. w., bis sie wieder von zwei verschiedenen Strömen fortgerissen werden.

Ferner wird die Bewegung der einzelnen Partikeln um so geringer, je mehr derselben in einer gewissen Flüssigkeitsmenge zusammengedrängt sind. Da die Partikeln sich nicht durch gegenseitiges Aneinanderstoßen hindern, wie man leicht sehen kann, sondern ihre Bewegungen selbst in ganz geringes Zittern übergegangen sind, so kann man nur annehmen, daß jene supponirten Flüssigkeitsströmchen einen großen Theil ihrer lebendigen Kraft an die relativ trägen Partikeln abgeben, ähnlich wie die Kraft des Windes durch die von ihm in Bewegung gesetzten Flügel einer Windmühle gebrochen wird.

Die Bewegung in einer solchen, durch die Menge der Partikeln dick gewordenen Flüssigkeit bekömmt den Charakter jener Molecularbewegung, die sich auch in anderen zähflüssigen Körpern, z. B. in verdünntem Glycerin, Öl u. s. w. zeigt. Es nimmt nämlich die Lebhaftigkeit der Molecularbewegung mit der Zähigkeit der Flüssigkeit im umgekehrten Verhältnisse ab, und hört schon im gewöhnlichen käuflichen Glycerin von dem specifischen Gewichte = 1·21 vollständig oder nahezu vollständig auf. Nur durch ein später zu erwähnendes Mittel war ich im Stande, sie auch in dieser Flüssigkeit deutlich wahrnehmbar zu machen.

Was nun die Einflüsse anbelangt, die ich auf Molecularbewegung auszuüben vermochte, so sind es weder chemische noch mechanische als Druck, Erschütterung u. s. w., die irgend eine Beschleunigung oder Verlangsamung erzeugen. Nur durch Licht und Wärme läßt sie sich beschleunigen. Die Beobachtungen hierüber sind folgende:

Eine Zählung vorgenommen bei einer Zimmertemperatur von 20° C. und die Wanderung jedes Partikels zwei Minuten lang beobachtet, ergab folgende Zahlen: 6, 6, 5, 7, 3, 10. Nun ließ ich die strahlende Wärme eines Bunsen'schen Brenners auf den Spiegel des Mikroskopes fallen, so daß ein in die Öffnung des Objecttisches gesenktes Thermometer die Temperatur von 29° C. zeigte und nahm abermals eine Zählung vor. Die Resultate waren: 13, 16, 10, 12, 22, 12. Das Mittel der Beobachtung ohne strahlende Wärme ist somit 6·17; das Mittel der Beobachtung mit strahlender Wärme 14·17. Eine zweite Beobachtung, bei welcher ich die Wärme einer nahe an das Mikroskop herangerückten Petroleumflamme anwendete, ergab, wenn ein zwischen Flamme und Mikroskopspiegel gestelltes flaches Gefäß mit Alaunlösung, zur Abhaltung des größten Theiles der Wärmestrahlen, gefüllt war: 3, 4, 4, 6, 3, 4; wenn das Gefäß nun statt mit Alaunlösung mit Wasser gefüllt wurde: 7, 8, 7, 6, 8, 7: also das Mittel der Bewegung nach Abhaltung der Wärmestrahlen 4, unter Mitwirkung derselben 7·17. Ähnlich verhielt es sich, wenn ich directes Sonnenlicht auf den Spiegel fallen ließ: ich erhielt als Mittel der Bewegung nach Einschaltung der Alaunlösung 8·25, und ohne diese 11·5. Dieselbe Beschleunigung der Molecularbewegung, die ich durch strahlende Wärme hervorzurufen vermochte, fand auch bei leitender Wärme statt.

Ich beobachtete mein Object auf dem heizbaren Objecttisch bei einer Temperatur von 43° C. (am Thermometer des heizbaren Objecttisches abgelesen) und fand 17, 16, 18, 19, 12, 12 und darauf ohne diesen bei einer Temperatur von 21° C. und bekam die Resultate 9, 6, 9, 5, 9, 8. Das gibt als Mittel der ersten Zählung 15·67 und als Mittel der zweiten Zählung 7·67.

In Glycerin zeigt sich, wie oben erwähnt, keine oder nahezu keine Molecularbewegung: am heizbaren Objecttisch bis zu 50° C. erwärmt, zeigt sie sich ganz deutlich.

Um einen Vergleich zwischen den Wirkungen der strahlenden und leitenden Wärme herzustellen, legte ich ein Object, das bei gewöhnlicher Zimmertemperatur 9·75 als Durchschnittszahl ergab auf den heizbaren Objecttisch und erwärmte so lange, bis eine gewisse Mischung von Öl und Stearin eben schmolz; es war dies bei einer Temperatur von 40° C., dann nahm ich die Zählung vor.

Nun ließ ich nach Erkaltung des Objectes eine solche Quantität strahlender Wärme auf dasselbe fallen, daß die Mischung abermals schmolz, und zählte wieder. Ich bekam im ersten Falle als Durchschnittszahl 13·25, im zweiten 13·5, also ziemlich übereinstimmende Resultate.

Da der geringe Unterschied ganz wohl Beobachtungsfehler sein kann, sind die Wirkungen gleich anzuschlagen. Allerdings weiß man nicht, ob die Wirkung im zweiten Falle nicht theilweise von der durch strahlende Wärme entstandenen leitenden herrührt.

Wie die Erhöhung der Intensität der Wärme, brachte auch die Erhöhung der Lichtintensität [1]) eine Beschleunigung der Molecularbewegung hervor [2]). Eine Zählung bei grellem Lampenlicht ergab 6, 8, 8, 8, 5, 7; darauf bei Dämpfung desselben 4, 5, 5, 5, 6, 7. Also die Durchschnittszahlen 7 und 5·33.

Natürlich war in beiden Fällen die strahlende Wärme durch Alaunlösung absorbirt.

---

[1]) Diese Ausdrücke sind nicht etwa so zu deuten, als ob ich der Lehre von der Nichtidentität von Licht und Wärme anhinge. Wie sie zu verstehen sind, ergibt sich leicht aus der Art der angestellten Versuche.

[2]) Schon J. Renauld (Etudes relatives au phénomène désigné sous le nom du mouvement Brownien. J. d. pharm. 3. XXXIV.) brachte durch Dämpfung des Sonnenlichtes eine Verlangsamung der Molecularbewegung hervor.



Eben so zeigte ein und dasselbe Körperchen bei grellem Lichte beobachtet die Geschwindigkeit 14 und bei gedämpftem 10.

Doch nicht nur die Quantität des auffallenden Lichtes, auch die Qualität scheint einen Einfluß auf Molecularbewegung zu haben.

Ich ließ das rothe Licht des Farbenspectrums auf den Spiegel meines Mikroskopes fallen und eine Zählung ergab als Durchschnittszahl 8·75 hierauf die Zählung bei blauem Lichte vorgenommen, ergab 9·25. Etwas sicheres hierüber auszusprechen, ist jedoch der jedenfalls geringen Differenzen und der Schwierigkeit wegen in beiden Fällen gleiche Intensität herzustellen kaum möglich.

Man kann sowohl bei künstlich erhöhter, als auch bei normaler Molecularbewegung beobachten, daß nicht alle Partikeln eines Objectes sich mit gleicher Lebhaftigkeit bewegen, sondern diese mit der Zunahme des Volumens rasch abnimmt, so daß die Bewegung eines Gummigutttheilchens von $\frac{1}{250}$ Millim. Durchmesser kaum mehr zu sehen ist. Die Ursache hievon liegt darin, daß die Oberflächen, mithin die auf dieselben übertragenen Kräfte der Flüssigkeitsströmchen im quadratischen, die Volumina aber, mithin die durch jene Kräfte zu bewegenden Maßen im kubischen Verhältnisse zu den Radien (wenn wir uns die Partikeln als Kugeln vorstellen) stehen. Wenn wir uns eine Partikel wachsen denken, so wächst die auf dasselbe einwirkende Kraft, wie die Quadrate ihrer Radien, während die durch diese Kraft zu bewältigende Masse wie die dritten Potenzen der Radien wächst.

Vorstehende Beobachtungen über Molecularbewegung brachten mich auf das Studium der Eigenschaften von Flüssigkeiten, in welchen Partikeln suspendirt sind, und somit Molecularbewegung stattfindet.

Ich benützte hiebei hauptsächlich die Lösung von Gummigutt in Wasser. Dasselbe enthält jedoch, wie es in Handel kommt, beträchtliche Mengen Gummis, von welchen es durch Auswaschen auf dem Filter wegen der Kleinheit der Harztheilchen selbst nicht befreit werden kann. Ich löste es deßhalb in Weingeist, filtrirte durch schwedisches Filtrirpapier das gefällte Arabin ab, brachte durch Zusatz von Wasser das gelöste Harz in jene fein vertheilte Form, in welcher es Molecularbewegung zeigt, und dampfte nun am Wasserbade unter häufigem Umrühren und Wasserzusatz von der

Emulsion den Weingeist ab. Da man mit diesem Abdampfen und Zusetzen des Wassers beliebig lang fortfahren kann, ist es möglich, den Weingeist vollkommen zu vertreiben.

Es muß auffallen, daß in einer solchen Flüssigkeit, (die ich, da ich noch öfter von ihr zu sprechen habe, der Kürze wegen Gummi-Gutt-Wasser nennen will) die Partikeln, obwohl sie ein bedeutendes specifisches Gewicht haben, bis ins Unbegrenzte suspendirt bleiben, man mag sie noch so sehr vor allen äußeren Einflüssen schützen.

Auch die Erscheinung, daß Zinnober, dessen specifisches Gewicht bekanntlich achtmal schwerer ist, als das des Wassers, wenn er durch Auskochen von aller adhärirenden Luft befreit, und durch Schütteln in Wasser vollkommen vertheilt ist, stundenlang suspendirt bleibt, kann man nicht leicht blos von dem den sinkenden Partikeln entgegengesetzten Widerstand, und die durch das Sinken entstandenen aufsteigenden Flüssigkeitsströmchen herleiten.

Wenn man ein Probirgläschen theilweise mit Gummi-Gutt-Wasser füllt, und dann auf diese vorsichtig aus einer Pipette klares Wasser nachfließen läßt, das Probirgläschen, ohne es zu schütteln an einen möglichst gleich temperirten Ort in ein größeres mit Wasser gefülltes Gefäß einsenkt, um jede durch Temperaturveränderung erzeugte Strömung zu verhindern; so gewahrt man von der vollkommen ebenen Grenzfläche zwischen den beiden Flüssigkeiten sich eine leise Trübung erheben, und allmälig nach oben fortschreiten, bis die ganze Flüssigkeit dieselbe Färbung angenommen hat.

Ähnlich, nur viel langsamer geht die Mischung vor sich, wenn man in eine Glasröhre zuerst Wasser, und dann Gummi-Gut-Wasser einsaugt, und sie so sich selbst überläßt. Kehrt man jedoch eine solche Glasröhre um, daß das Gummi-Gutt-Wasser oben, und das reine Wasser unten zu stehen kommt, so mischt sich die Flüssigkeit binnen zehn bis fünfzehn Minuten, während dieser Vorgang sonst mehrere Tage in Anspruch nimmt.

Wenn man Gummi-Gutt-Wasser durch eine Scheidewand aus Filtrirpapier von Wasser trennt, so treten nichts desto weniger Partikeln durch dieselbe heraus, und Wasser statt ihrer hinein.

Die Ursache dieser Erscheinungen ist klar, wenn man eben die Flüssigkeit nicht als eine ruhende Masse betrachtet, sondern in Übereinstimmung mit den oben angeführten Resultaten in derselben eine

ihre kleinsten Theilchen fortwährend gegeneinander verschiebende Bewegung annimmt, in deren Folge die Partikeln nicht nur in horizontaler Richtung bewegt werden, wie man es unter dem Mikroskope sieht, sondern auch gegen die Richtung der Schwerkraft nach aufwärts gehoben werden können.

Daß jene Flüssigkeitsströmchen wirklich die Ursache dieser Erscheinungen sind, zeigt sich dadurch, daß die Geschwindigkeit, mit welcher die Mischung von Gummi-Gutt-Wasser mit klarem Wasser vor sich geht von denselben Umständen abhängt, von welchen die Lebhaftigkeit der Molecularbewegung, somit die Lebhaftigkeit jener Strömchen bedingt ist.

In dunklen und kühlen Räumen nämlich geht eine Mischung kaum mehr, oder nur noch sehr langsam vor sich, und eine blos mit Gummi-Gutt-Wasser gefüllte, mit schwarzem Papier umkleidete und in den Eiskeller gestellte Eprouvette zeigt schon nach drei Tagen an ihrem Inhalt ein Zubodensetzen der Partikeln.

Wie die Molecularbewegung in dicken Flüssigkeiten bedeutend geringer ist, als in dünnen, so tritt die Mischung mit Wasser bedeutend früher ein, wenn erstere dünn, als wenn sie dick ist. Man kann ferner, besonders bei reichlicher mit Partikeln erfüllten Flüssigkeiten leicht wahrnehmen, daß immer die kleinsten Partikeln, somit diejenigen, welche die lebhafteste Molecularbewegung haben, es sind, welche zuerst aufsteigen; sie sind so klein, daß die Flüssigkeit nicht getrübt, sondern nur opalisirend erscheint.

Schließlich will ich noch bemerken, daß man jene Eigenschaft der Flüssigkeiten, daß sie specifisch schwerere in ihnen suspendirte Partikeln bei vollkommenem Abschluß von Licht und Wärme zu Boden sinken lassen, ganz wohl als Mittel zur Isolirung von Niederschlägen benützen kann, die durch das Filter gehen, und sich unter gewöhnlichen Umständen nicht absetzen.

Ich fasse noch kurz die Schlüsse zusammen, zu welchen mich die Versuche geführt haben.

1. Als Ursache der Molecularbewegung kann man kleine Strömchen in den Flüssigkeiten ansehen, welche die Partikeln mitreißen.

2. Die Lebhaftigkeit der Molecularbewegung wird erhöht durch Licht und Wärme, und zwar sowohl durch strahlende als durch zugeleitete.



3. Eine Folge der Molecularbewegung ist es, daß die Partikeln in einer specifisch leichteren Flüssigkeit nicht nur nicht zu Boden sinken, sondern die Schwerkraft überwältigen, um sich gleichmäßig in der Flüssigkeit zu vertheilen.

4. Die Geschwindigkeit dieser Vertheilung wird wie die Intensität der Molecularbewegung durch Licht und Wärme erhöht.

XVIII. SITZUNG VOM 27. JUNI 1867.

Der Secretär legt folgende eingesendete Abhandlungen vor:

„Kalender der Fauna von Österreich" von Herrn Vice-Director K. Fritsch.

„Über die Wärmecapacität der Schwefelsäure-Hydrate" von Herrn Dr. L. Pfaundler in Innsbruck.

„Construction des Durchschnittes einer Geraden mit den Kegelschnittslinien" von Herrn E. Koutny, Assistenten am k. k. technischen Institute in Brünn.

„Vom Wurzelziehen im Allgemeinen und Wurzelziehen im Besonderen" von Herrn Fr. Plentaj, Schüler der V. Classe an der k. k. Oberrealschule zu Rakovac.

Herr Prof. Dr. J. Redtenbacher überreicht eine Abhandlung: „Chemische Untersuchung von Eisenerzen aus dem Erzberge bei Hüttenberg in Kärnthen" von Herrn J. Wolff.

Prof. Schrötter legt die „Analyse des Hirzel'schen Leuchtgases aus Petroleumrückständen" vor.

Herr Dr. G. C. Laube übergibt eine Abhandlung für die Denkschriften, betitelt: „Ein Beitrag zur Kenntniß der Echinodermen des Vicentinischen Tertiärgebietes".

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Annales des mines. VIe Série. Tome X, 5e Livraison de 1866, Paris; 8°.

Astronomische Nachrichten Nr. 1645. Altona, 1867; 4°.

Beobachtungen, Schweizerische Meteorologische. III. Jahrgang. September—November 1866. Zürich; 4°.

Borchardt, C. W., Über die Aufgabe des Maximum, welche der Bestimmung des Tetraëders von größtem Volumen etc. entspricht. (Abhdlgn. der k. Pr. Akad. d. Wiss. zu Berlin 1866.) Berlin, 1867; 4°.

Clausius, R., Abhandlungen über die mechanische Wärmetheorie. II. Abtheilung. Braunschweig. 1867; 8°.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LXIV, Nr. 23. Paris, 1867; 4°.

Cosmos. 2e Série. XVIe Année, 5e Volume, 25e Livraison. Paris, 1867; 8°.

Gesellschaft, Deutsche geologische: Zeitschrift. XIX. Band, 1. Heft. Berlin, 1867; 8°.

Goebel, Ad., Über Aërolithenfälle in Rußland aus früheren Jahrhunderten. — Kritische Übersicht der im Besitze der kais. Akademie d. Wiss. befindlichen Aërolithen. — Übersicht der in den Museen und Sammlungen von St. Petersburg vorhandenen Aërolithen. (Mélanges phys. et chim. 1866.) 8°.

Hébert, De la craie dans le Nord du bassin de Paris. 4°. — Observation sur les calcaires à *Terebratula diphya* du Dauphiné etc. (Ertr. du Bull. de la Sté géolog. de France, 2e série, t. XXIII.) 8°.

Land- und forstwirthschaftl. Zeitung. 17. Jahrg. Nr. 25. Wien, 1867; 4°.

Maatschappij, Nederlandsche, tot Bevordering der Genees Kunst: Sterfte-Atlas van Nederland. Amsterdam, 1866; 4°.

Mocenigo, Co. Gio., Caldaje solari o nuovo metodo per riscaldare l'acqua senza combustibile. Venezia, 1867; 8°.

Moniteur scientifique. 252e Livraison. Tome IXe. Année 1867. Paris; 4°.

Verein, naturhist.-medizin., zu Heidelberg: Verhandlungen. Band IV, Heft 4. Heidelberg; 8°.

Wiener medizin. Wochenschrift. XVII. Jahrg., Nr. 50—51, Wien, 1867; 4°.

Über die Wärmecapacität der Schwefelsäurehydrate.

Von Dr. Leopold Pfaundler.

(Mit 1 Zinkographie.)

Zweck der Untersuchung.

Die Physiker Hess, Andrews und Favre et Silbermann haben die Wärmemengen untersucht, welche bei der Vermischung der Schwefelsäure mit verschiedenen Mengen von Wasser frei werden. Indem ich die von diesen Physikern erhaltenen Werthe benützen wollte, um aus ihnen theoretische Folgerungen über die Constitution der verdünnten Säurehydrate und der sogenannten Verbindungen nach unbestimmten Verhältnissen überhaupt zu ziehen, erkannte ich die Unzulänglichkeit der vorhandenen Beobachtungen in Bezug auf ihre Zahl und Vertheilung und beschloß eigene Versuche darüber anzustellen. Die Berechnung der beim Mischungsproceße entwickelten Wärmemengen setzt jedoch die Kenntniß der Wärmecapacität der Bestandtheile der Mischung und dieser selbst voraus, wodurch ich also genöthigt wurde, vorher die Wärmecapacität der verdünnten Schwefelsäure bei verschiedenen Concentrationen zu bestimmen. Die manchmal ziemlich rasche Änderung dieser physikalischen Eigenschaft mit der Temperatur der Flüssigkeit, machte ferner eine, wenn auch nur annähernde Untersuchung dieser Änderung nothwendig.

Außer dem oben erwähnten mittelbaren Zwecke können diese Messungen auch noch einem unmittelbaren dienen. Aus den Werthen der Wärmecapacität für verschiedene Concentrationen und Temperaturen lassen sich vielleicht unmittelbar interessante Folgerungen ziehen.

Methode der Untersuchung.

Die Untersuchungsmethode war im Wesentlichen dieselbe, welche ich in meiner Abhandlung „Über die Wärmecapacität verschiedener Bodenarten etc.[1]“ beschrieben habe. Ich beschränke mich daher auf Angabe einiger Punkte, in denen sie sich von jener unterscheidet.

Die zu untersuchende Flüssigkeit wurde in ein sehr dünnwandiges Glaskügelchen mit Stiel von der Form, wie sie aus der beiliegenden Zeichnung unter *S* zu ersehen ist, eingeschmolzen. Damit

1/5 der natürl: Grösse

[1] Sitzungsberichte d. Akad. d. Wissensch. Bd. LIV, Poggendorff's Annalen Bd. CXXIX.



dieselbe nicht in die Capillarröhre des Stieles hinaufsteigen konnte, wurde letzterer nahe oberhalb der Kugel zu einem massiven Faden zusammengeschmolzen; das Gewicht der Flüssigkeit, sowie das des Glases wurde ermittelt, die Erhitzung geschah in dem Quecksilberbade *A*, welches durch die Dämpfe einer in dem Raume *B* siedenden Flüssigkeit auf constanter Temperatur erhalten wurde. Der Kühlapparat *C* verdichtete die Dämpfe. Durch Anwendung verschiedener Flüssigkeiten und Veränderung des Druckes (mittelst einer mit dem oberen Ende der Röhre *C* communicirenden Luftpumpe) konnte diese Temperatur beliebig verändert werden. Die genaue Messung der Temperatur des Bades geschah durch das Thermometer *T*. Von diesem Erhitzungsapparat durch einen Schirm getrennt, befand sich innerhalb des Glasgefäßes *G* das Calorimeter *D* in bekannter Weise aufgestellt. Ein dünnes Drathkörbchen wurde durch ein Räderwerk im Wasser auf und nieder bewegt, um dessen Temperatur auszugleichen. Die Ausführung des Versuches war nun folgende: Nachdem die gefüllte Glaskugel ungefähr $^1/_2$ Stunde im Quecksilberbade verweilt hatte, wurde das Räderwerk in Gang gesetzt, und in Zwischenräumen von je 20 Secunden, welche durch eine Uhr signalisirt wurden, die Temperatur des Thermometers *t* abgelesen. Inzwischen hatte man den Stiel der Glaskugel aus der Klemme *k* genommen und die Kugel in rührender Bewegung in dem Quecksilber herumgeführt, wodurch dessen Temperatur möglichst ausgeglichen und der vom Thermometer angezeigten gleich gemacht wurde. Nachdem das Thermometer *T* einen constanten Stand angenommen hatte, wartete man noch einige Zeitintervalle und führte dann im Momente eines Signals die Glaskugel rasch aus dem Quecksilberbade in das Calorimeter über, wo sie sogleich in das Körbchen fiel und mit demselben auf- und niedergeführt wurde. Die Temperaturbeobachtungen am Thermometer *t* wurden bis über den Eintritt des Maximums fortgesetzt und überhaupt so verfahren, wie ich in der oben citirten Abhandlung beschrieben habe. Wie man sieht, ist die Art der Erhitzung und der Überführung dieselbe, wie sie H. Kopp in Anwendung brachte. nur mit dem Unterschiede, daß das Quecksilber nicht direct, sondern mittelst der Dämpfe einer siedenden Flüssigkeit erwärmt wurde.

Die Berechnung der Correction wegen des Wärmeverlustes des Calorimeters nach außen geschah nach Régnaults Methode mittelst der Formel:

$$C = nv + \frac{v'-v}{t'-t}\left[t_1+t_2+\ldots+t_{n-1}+\frac{t_0+t_n}{2}-nt\right]$$

in Betreff welcher ich auf die oben citirte Abhandlung verweise.

Eine eigene Versuchsreihe habe ich über die Größe des Fehlers angestellt, der aus einem Verluste an Wärme während der Überführung der Glaskugel stammen konnte.

Eine leere Glaskugel sammt Stiel wog . . . . 1·2795 Grm.
Der nach dem Versuche abgebrochene Stiel wog . . 0·0795 „
Gewicht der Glaskugel . . . . 1·2000 Grm.
Daraus berechnet sich ihr Wasserwerth . . . . . 0·2364 „

Diese Glaskugel wurde im Erhitzungsapparat erwärmt und in einem kleinen Calorimeter von circa 50 Grm. Wasserinhalt abgekühlt. Ich fand:

	Erhitzungs-temperatur	Anfangs-temperatur des Calorimeters	End-temperatur des Calorimeters	Temperatur-zunahme des Calorimeters
I.	87°30	10°37	10°74	0°37
II.	86 55	11 12	11 49	0 37
III.	86 18	11 49	11 86	0 37
IV.	84 92	12 77	13 12	0 37

Der Wasserwerth des Calorimeters sammt Inhalt betrug 52·577. Hieraus berechnet sich der scheinbare Wasserwerth der Glaskugel zu:

		Mittel	Aus dem Gewichte des Glases berechnet:
I.	0·223		
II.	0·225		
III.	0·226	= 0·222	0·2364.
IV.	0·216		

Die Differenz 0·2364—0·222 = 0·014 kommt auf Rechnung des Wärmeverlustes während der Überführung. Da diese nur $^1/_2$ Secunde dauert, so darf man annehmen, daß während dieser Zeit der Verlust an Wärme bei einer gefüllten Kugel nicht merklich größer sein werde, als der einer leeren und wird daher eine hinreichend nahe richtige Correction dadurch anbringen, daß man statt des berechneten Wasserwerthes der Glaskugel den beobachteten, scheinbaren in Rechnung bringt. Ich habe diese Annahme auf folgende Weise geprüft. Die Glaskugel wurde wie früher erhitzt, statt

aber dieselbe einfach in das Calorimeter überzuführen, bewegte ich sie vor der Berührung mit der Wasserfläche wieder zurück in die Nähe des Erhitzungsapparates und dann erst wieder zurück in das Calorimeter. Auf diese Weise verweilte die Glaskugel gerade 3mal so lange in der Luft, ehe sie eintauchte, als bei den sonstigen Versuchen. Bei einem folgenden wurde diese Dauer verfünffacht und endlich versiebenfacht. Aus diesen Beobachtungen konnte ich ersehen wie schnell sich die Verluste mit der Dauer der Überführung verändern und hieraus den Verlust während der einfachen Überführung berechnen. Es bestätigte sich der oben erhaltene Werth.

Endlich prüfte ich mein Verfahren auf entscheidende Weise noch dadurch, daß ich mittelst desselben die Wärmecapacität des Wassers selbst bestimmte.

Bei Anwendung verschieden großer Kugeln mit einem Inhalt von 2·78 Grm. bis 11·11 Grm. Wasser erhielt ich folgende Zahlen:

	0·9989
	1·0009
	0·9940
	1·0024
	0·9980
	0·9982
	0·9993
	0·9909
Mittel	0·9978

Die größte Abweichung vom Mittel beträgt 0·0069, die Abweichung des Mittels vom wahren Werthe der Wärmecapacität des Wassers zwischen 98° C. und 15° C. = 1·0056 beträgt 0·0078. Man sieht, daß diese Methode immer etwas zu kleine Werthe gibt und überhaupt nicht jenen Grad der Genauigkeit erreicht, den die Anwendung des Regnault'schen Erhitzungsapparates erreichen läßt.

Ich hielt es deßhalb für das Sicherste, die scheinbaren Wasserwerthe der Glaskugeln aus diesen Versuchen zu ermitteln und die so erhaltenen Werthe bei der Berechnung der Wärmecapacität der Hydrate, welche in dieselben Kugeln gefüllt wurden, in Anwendung zu bringen.

Daß ich auf die Reindarstellung der Hydrate alle Sorgfalt verwendete, versteht sich wohl von selbst. Ich analysirte die durch

fractionirte Destillation erhaltenen Partien der concentrirten Säure durch Fällen mit Chlorbaryum (das Titriren gab keine hinlänglich genauen Resultate) und stellte durch Vermischen derselben untereinander und mit Wasser in den berechneten Verhältnissen die zu untersuchenden Hydrate her, welche sogleich in Glaskugeln eingeschmolzen wurden, um sie vor Wasseraufnahme zu bewahren.

Die Resultate der Beobachtung und Rechnung sind in der folgenden von selbst verständlichen Tabelle zusammengestellt.

Beobachtungsresultate.

Nr.	Substanz	Gewicht der Substanz in Grm.	Wasserwerth des Calorimeters sammt Zubehör	Wasserwerth der Glaskugel	Erhitzungstemperatur T Celsius	Anfangstemperatur θ_0	Corrigirte Endtemperatur θ_n	Berechnete Wärmecapacität
1	Monohydrat $\left.\begin{matrix}S\Theta_2\\H_2\end{matrix}\right\}\Theta_2$ $= SO_3HO$	5·7404	100·00	0·260	76°89	10°71	12°16	0·3449
2		5·7404	100·00	0·260	77 21	11 83	13 24	0·3377
3		5·7404	53·65	0·253	98 43	8 92	12 65	0·3623
4		5·7404	53·65	0·253	98 38	16 143	19 47	0·3504
5		6·4900	56·359	0·193	97 95	11 571	15 20	0·3511
6		14·8360	100·00	0·409	98 64	10 617	15 31	0·3560
7		14·8360	100·00	0·409	98 70	11 995	16 61	0·3514
8	Bihydrat $\left.\begin{matrix}S\Theta_2\\H_2\end{matrix}\right\}+H_2\Theta$ $= SO_3.2HO$	6·7051	100·00	0·164	71°39	8°91	10°81	0·4447
9		6·7051	100·00	0·164	78 13	10 485	12 57	0·4498
10		6·7051	100·00	0·164	74 45	10 60	12 56	0·4489
11		6·7051	54·122	0·164	98 21	12 91	17 67	0·4523
12		6·7051	54·122	0·164	98 12	17 36	21 86	0·4516
13		6·7051	100·00	0·164	98 59	11 72	14 42	0·4543
14	Trihydrat $\left.\begin{matrix}S\Theta_2\\H_2\end{matrix}\right\}\Theta_2+2H_2\Theta$ $= SO_3.3HO$	4·7800	92·118	0·177	71°39	12°16	13°71	0·4801
15		4·7800	92·118	0·177	68 94	13 40	14 80	0·4604
16		4·7800	53·37	0·177	98 38	12 45	16 21	0·4759
17		4·7800	53·37	0·177	98 30	14 27	17 87	0·4625
18		4·7800	100·00	0·177	98 70	12 51	14 56	0·4725

Die mitgetheilten Bestimmungen der Wärmecapacität jeder der drei Substanzen zerfallen in je zwei Gruppen, die sich durch die Höhe der Temperatur unterscheiden, bis zu welcher erhitzt wurde. Diese Eintheilung ist in der letzten Columne mit Klammer angedeutet. Die Temperaturen innerhalb einer Gruppe sind hinlänglich nahe an einander gelegen, daß aus ihnen und den zugehörigen Wärmecapacitäten Mittelwerthe berechnet werden können. Dieselben sind in der folgenden Tabelle (mit Abrundung der Temperaturen auf ganze Grade) aufgeführt. Dieselbe enthält außerdem eine Columne

für die Atomgewichte der Substanzen und eine andere für die Producte dieser mit den Wärmecapacitäten, d. h. die Atomwärmen.

Substanz	Temperatur-intervall	Mittlere Wärmecapacität	Atomgewicht	Atomwärme
Monohydrat $\left.\begin{matrix}S\Theta_2\\H_2\end{matrix}\right\}\Theta_2$	77°—13° 98 —16 137 —15 [1]	0·3413 0·3542 0·374	98	32·45 34·71 36·65
Bihydrat $\left.\begin{matrix}S\Theta_2\\H_2\end{matrix}\right\}\Theta_2+H_2\Theta$	75°—16° 98 —18	0·4478 0·4527	116	51·94 52·51
Trihydrat $\left.\begin{matrix}S\Theta_2\\H_2\end{matrix}\right\}\Theta_2+2H_2\Theta$	70° -14° 98 —16	0·4703 0·4703	134	63·02 63·02

Bei der Vergleichung dieser Zahlen ergeben sich folgende Gesetzmässigkeiten:

I. Die Wärmecapacität der Hydrate der Schwefelsäure steigt mit dem Wassergehalte.

II. Sie steigt mit der Temperatur.

III. Die Veränderlichkeit der Wärmecapacität mit der Temperatur ist am größten beim Monohydrat und nimmt ab mit dem zunehmenden Wassergehalt, so daß sie schon beim Trihydrat innerhalb der beobachteten Temperaturen unmerklich wird.

IV. Die Differenz der Atomwärmen des Mono- und Bihydrates, das ist die Atomwärme des im Bihydrat gebundenen zweiten Atoms Wasser berechnet sich sehr nahe gleich 18 also nahe gleich der Atomwärme des Wassers im freien, flüssigen Zustande [2].

---

[1] Diese Zahl ist das Mittel zweier nachträglich ausgeführter in der vorigen Tabelle nicht enthaltener Bestimmungen.

[2] Nimmt man die von Kopp für die festen Körper angenommenen Atomwärmen $S=5{\cdot}4$, $O=4$, dazu die Atomwärmen für $H_2O=18$, so erhält man für das Monohydrat und Bihydrat unter der Annahme der Giltigkeit des von Kopp für feste Verbindnngen aufgestellten Gesetzes für diese Flüssigkeiten die Atomwärmen 35·4 und 53·4, welche mit den Versuchen übereinstimmen. Wegen der Vermischung der Werthe für den festen und flüssigen Zustand kann diese Übereinstimmung wohl nur als Zufall betrachtet werden.

V. Dieselbe Differenz zwischen den Atomwärmen des Bi- und Trihydrates berechnet sich bedeutend kleiner (10 bis 11 also beinahe so klein, wie die Atomwärme des Eises).

Sollte sich dieses merkwürdige Resultat im weitern Verlaufe der Untersuchung bestätigen, so müßte daraus entweder geschloßen werden, daß das Wasser (oder überhaupt Eines oder mehrere der Elemente S, Θ, H) wirklich mit verschiedener Atomwärme in den verschiedenen Hydraten enthalten sei, oder daß die wahre Atomwärme durch Vorgänge verdeckt werde, welche während der Abkühlung der Substanzen im Calorimeter vor sich gehen.

Ich bin im Begriffe diese Untersuchung fortzusetzen und behalte mir eine weitere Discussion der erhaltenen Resultate vor.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

LVI. BAND.

ZWEITE ABTHEILUNG.

7.

Enthält die Abhandlungen aus dem Gebiete der Mathematik, Physik, Chemie, Physiologie, Meteorologie, physischen Geographie und Astronomie.

XIX. SITZUNG VOM 11. JULI 1867.

Der Präsident begrüßt die neu eingetretenen Mitglieder v. Lang, Langer und Suess.

Der Secretär legt die Dankschreiben des Herrn Prof. Dr. K. Langer für seine Wahl zum wirklichen Mitgliede und der Herren J. Loschmidt und Prof. Dr. E. Mach für ihre Wahl zu correspondirenden Mitgliedern der Akademie, so wie jenes des c. M. Herrn Dr. J. Barrande für die ihm, zur Herausgabe seines Werkes: „Système silurien du centre de la Bohême" gewährte weitere Subvention von 1500 fl. vor.

Ferner legt der Secretär folgende eingesendete Abhandlungen vor:

„Über die Stammrinde von *Pyrus Malus* L. und *Aesculus Hippocastanum* L.", von Herrn Prof. Dr. Fr. Rochleder.

„Einige Veränderungen an meiner Pulverprobe", von dem c. M. Herrn Obersten F. Ritter v. Uchatius.

„Über einige Verbindungen der Wolframsäure", von Herrn Fr. Ullik, Assistenten der Chemie an der technischen Hochschule zu Graz.

Die Geschäftsführer der 41. Versammlung der deutschen Naturforscher und Ärzte laden, mit Circularschreiben vom Juni l. J., zu dieser am 17. September zu Frankfurt am Main stattfindenden Versammlung ein.

Herr Dr. A. Boué spricht über den wahrscheinlichen plutonischen Ursprung des Chrysolithes und Olivins.

Herr Director K. v. Littrow überreicht eine Abhandlung, betitelt: „Einfache Approximationsmethode für Zeit- und Längenbestimmungen", von Herrn J. J. Åstrand, Director der Sternwarte zu Bergen in Norwegen.

Das c. M. Herr Dr. G. Tschermak legt zwei Abhandlungen vor, und zwar: *a)* „Beobachtungen über die Verbreitung des Olivin in den Felsarten", und *b)* „Über Serpentinbildung."

Herr A. Schell, Professor der Geodäsie und descriptiven Geometrie am baltischen Polytechnikum zu Riga, übergibt eine Abhandlung: „Über die Bestimmung der Constanten des Polarplanimeters".

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Académie Royale de Belgique: Annuaire. 1867. 33e Année. Bruxelles; kl. 8o.

Accademia delle Scienze dell' Istituto di Bologna: Memorie. Serie II, Tomo V. Fasc. 2—4. Bologna, 1866; 4o. — Rendiconto. Anno accademico 1865—1866. Bologna, 1866; 8o.

Akademie der Wissenschaften, Königl. Preuss., zu Berlin: Monatsbericht. April 1867. Berlin; 8o.

Apotheker-Verein, allgem. österr.: Zeitschrift. 5. Jahrg. Nr. 13. Wien, 1867; 8o.

Astronomische Nachrichten. Nr. 1646—1647. Altona, 1867; 4o.

Ateneo Veneto: Atti. Serie II. Vol. III. Punt. 2da Venezia, 1866; 8o.

Barrande, Joachim, Système silurien du centre de la Bohême. Ire Partie. Vol. III. Texte et 16 Planches. Prague & Paris, 1867; 4o. — Ptéropodes siluriens de la Bohême. Introduction. (Extr. du Syst. silur. du centre de la Bohême. Vol. III.) Prague et Paris, 1867; 8o.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LXIV, Nr. 24—25. Paris, 1867; 4o.

Cosmos. 2e Série. XVIe Année, 5e Volume, 26e Livraison; 6e Volume, 1re Livraison. Paris, 1867; 8o.

Gesellschaft, österr., für Meteorologie: Zeitschrift. II. Band, Nr. 1—12. Wien, 1867; 8o.

Goppelsröder, Friedrich, Über die chemische Beschaffenheit von Basel's Grund-, Bach-, Fluß- und Quellwasser etc. (I. Theil.) (Verhdlgn. der basler. naturf. Ges.) Basel, 1867; 8o.

Istituto, Reale, Lombardo di Scienze e Lettere: Memorie. Classe di Lettere: Vol. X. (I. della serie III.), Fasc. 3—4; Classe di Scienze matem. e natur.: Vol. X (I. della serie III.) Fasc. 3. Milano, 1866; 4o. — Rendiconti. Classe di Lettere: Vol. II, Fasc. 8—10. 1865; Vol. III, Fasc. 1—8. 1866; Classe di Scienze matem. e nat.: Vol. II., Fasc. 9—10. 1865; Vol. III, Fasc. 1—8. 1866. Milano; 8o. — Annuario. 1866. Milano; kl. 8o. — Solenni adunanzi. Vol. I, Fasc. 3. Milano, 1866; 8o. — Atti

della fondazione scientifica Cagnola negli anni 1862—1866. Vol. IV, Parte 3. 8°.

Istituto, Reale, Veneto di Scienze, Lettere ed Arti: Memorie: Vol. XIII, Parte 2. Venezia, 1867; 4°. — Atti. Tomo XI, Serie III[a] Disp. 8[a]—10[a]. 1865—66; Tomo XII, Disp. 1[a]—3[a]. 1866—67. Venezia; 8°.

Land- und forstwirthschaftliche Zeitung. XVII. Jahrg. Nr. 26—27. Wien, 1867; 4°.

Mittheilungen des k. k. Artillerie-Comité: Jahrgang 1867, 2. & 3. Heft. Wien; 8°.

Protocoll über die Verhandlungen der XLII. ord. General-Versammlung der Actionäre der a. pr. Kaiser Ferdinands-Nordbahn. Wien, 1867; 4°.

Reichsanstalt, k. k. geologische: Jahrbuch. Jahrg. 1867. XVII. Band, Nr. 2. Wien; 4°.

Reichsforstverein, österr.: Monatsschrift für Forstwesen. XVII. Band, Jahrg. 1867. April- u. Mai-Heft. Wien; 8°.

Verein, Entomologischer, in Berlin: Berliner Entomologische Zeitschrift. XI. Jahrg. (1867.) 1. & 2. Vierteljahrsheft. Berlin; 8°.

Wiener medizin. Wochenschrift. XVII. Jahrg. Nr. 53—55. Wien, 1867; 4°.

Wochen-Blatt der k. k. steierm. Landwirthschafts-Gesellschaft. XVI. Jahrg. Nr. 14. Gratz, 1867; 4°.

Zeitschrift des österr. Ingenieur- und Architekten-Vereins. XIX. Jahrgang. 3. & 4. Heft. Wien, 1867; 4°.

Über die Stammrinde von Pyrus Malus *L. und* Aesculus Hippocastanum *L.*

Von dem w. M. Dr. **Friedrich Rochleder.**

Die Stammrinde des Apfelbaumes so wie der Roßkastanie geben mit Wasser gekocht ein Decoct, welches durch Bleizuckerlösung gefällt wird. Diese Niederschläge abfiltrirt, mit Wasser gewaschen, in wenig Wasser vertheilt und mit Essigsäure versetzt, lösen sich zum Theil auf. Ein Theil bleibt ungelöst. Der ungelöste Theil enthält viel Pektin, besonders bei der Roßkastanienrinde. Durch Auswaschen des unlöslichen Theiles des Niederschlages mit Wasser, Vertheilen in wasserhältigem Weingeist, um das Schäumen beim Durchleiten von Schwefelwasserstoff zu mäßigen und Zersetzen mittelst dieses Gases erhält man nach Entfernung des Schwefelbleies durch ein Filter eine Flüssigkeit, die im Wasserbade bis zur Honigsconsistenz eingeengt auf Zusatz von wasserfreiem Alkohol zu einer zitternden Gallerte erstarrt, die man auf Leinwandfilter bringt, mit Alkohol auswäscht und zuletzt unter allmälig verstärktem Drucke auspreßt. Die weingeistige Flüssigkeit, welche von Pektin frei ist wird zur Darstellung der krystallisirten Säure benützt, die darin enthalten ist. Die Säure der Apfelbaumstammrinde ist Citronsäure. Sie wurde an ihren Eigenschaften und Reactionen als solche erkannt und bei 100° C. in einem Kohlensäurestrom getrocknet, analysirt.

0·1463 gaben 0·2002 Kohlensäure und 0·0561 Wasser, oder auf 100 Theile berechnet:

				Berechnet		Gefunden
C_{12}	=	72	—	37·50	—	37·32
H_8	=	8	—	4·17	—	4·26
O_{14}	=	112	—	58·33	—	58·42
		192	—	100·00	—	100·00

Die Menge der Citronsäure in der Apfelbaumstammrinde ist unbedeutend. Aus 3·5 Kilo Rinde wurden nicht mehr als 0·5 Grm. Säure gewonnen. Ich habe bereits früher gefunden [1]), daß in der Wurzelrinde des Apfelbaumes Citronsäure enthalten sei. Ob in den Blättern und Samen des Apfelbaumes gleichfalls Citronsäure enthalten sei, bin ich eben im Begriff zu ermitteln.

Die Stammrinde von *Aesculus Hippocastanum* liefert gleichfalls Citronsäure, deren Vorkommen in den Samen ich schon vor mehreren Jahren nachgewiesen habe. Die Menge dieser Säure in der Stammrinde ist äußerst gering, so daß man große Rindenmengen in Arbeit nehmen muß, um nur genug Material zu einer Analyse aufzutreiben. Ob Citronsäure in den Blättern der Roßkastanie enthalten ist, werde ich bald in der Lage sein zu sagen.

Ich habe in einer, der verehrten Classe vor kurzer Zeit mitgetheilten Arbeit den Beweis geliefert, daß der Gerbstoff der Kastanien eine Verbindung von Phloroglucin mit einer der Salicylsäure isomeren Säure ist, und in einer unlängst vorgelegten Abhandlung gezeigt, daß diese Säure das Material ist, aus welchem durch einen fortgesetzten Reductionsproceß unter gleichzeitiger Substitution des Wasserstoffes in der Reductionsproduction durch Formyl (C_2O_2H), Propionyl ($C_6H_5O_2$) [Butyryl] ($C_8H_7O_2$), Valeryl ($C_{10}H_9O_2$) und Amyl ($C_{10}H_{11}$) eine Reihe von Bestandtheilen gebildet wird, die wir in den verschiedenen Organen der Roßkastanie vorfinden.

So wie aus dem einen Bestandtheil des Gerbstoffes sich eine Reihe von Stoffen herausbildet, was deutlich beweiset, daß der Gerbstoff weit davon entfernt ist ein Auswurfsstoff oder ein Product der retrograden Metamorphose zu sein, so ist die Citronsäure das Grundmaterial für eine zweite Stoffreihe, welcher die Kohlenhydrate, Zucker, Stärke, Phloroglucin u. s. w. angehören. Ich werde später Gelegenheit finden einige dieser Substanzen näher kennen zu lehren.

Daß Oxalsäure, Äpfelsäure, Weinsäure u. s. w. das Grundmaterial zur Bildung des Zuckers und analoger Substanzen sei, hat schon vor mehr als zwanzig Jahren Liebig behauptet und Löwig hat den Beweis geliefert, daß Oxalsäure durch bloße Zufuhr von nascirendem Wasserstoff, wenn sie in geeigneter Form seiner Einwirkung ausgesetzt wird nicht nur Traubensäure sondern auch Zucker zu liefern

---

[1]) Sitzungsb. Bd. LIII. Sitzung vom 12. April 1866.

im Stande ist. Während daher Benzoësäure, Chinasäure, Gallussäure u. s. w. das Material zur Entwickelung einer Stoffreihe in den Pflanzen geben, sind Oxalsäure, Equisetsäure, Äpfel-, Wein- und Citronsäure u. s. w. das Material für die Entwickelung einer zweiten Stoffreihe, welcher die Kohlenhydrate, so wie Mannit, Dulcit u. s. w. angehören. Ich will die erste Stoffreihe die aromatische Reihe, die zweite Reihe die Fettreihe nennen. Die Glieder der ersten Reihe gehen sehr häufig mit denen der zweiten Reihe Verbindungen ein. Alle die zahllosen Körper, welche mit Säuren oder Alkalien oder bestimmten Fermenten unter geeigneten Verhältnissen eine Zuckerart neben einem oder zwei anderen Körpern liefern sind hieher zu rechnen. Ich will diese Körper Saccharogene nennen, da sie irgend eine Zuckerart *(Saccharum)* bei ihrer Spaltung liefern. Ich habe früher einmal diese Substanzen Glucosegenide genannt. Strecker hat diesen Namen in Glucoside umgewandelt, der jetzt allgemein angenommen ist. Es ist aber ganz unzulässig, Dinge mit Namen zu bezeichnen, die etwas anderes bedeuten als das, was diese Dinge in Wirklichkeit sind. Der Name Glucosegenide kann demnach nur für Stoffe gebraucht werden, welche bei ihrer Spaltung Glucose liefern, nicht aber für solche Substanzen die Phloroglucin, Dulcit oder sonst einen Zucker geben. Das Wort Glucoside hat noch eine beschränktere Anwendung als das Wort Glucosegenide, es ist nur anwendbar zur Bezeichnung von Stoffen, die wirklich aus Glucose und einem andern Körper gebildete Verbindungen sind. Von allen in der Natur aufgefundenen Saccharogenen ist aber bis jetzt noch für kein Einziges der Beweis geliefert, daß es durch Vereinigung von Glucose mit einem andern Körper entstanden ist. Ein Glucosegenid ist noch nicht nothwendig ein Glucosid. Ich habe bei der Untersuchung des Saponin vor Jahren bemerkt, daß es durch Säuren gespaltet wird und dabei ein in Alkohol unlösliches Product von der Zusammensetzung des Gummi gibt, das bei weiterer Einwirkung der Säure erst in Zucker übergeht. Es gibt also Glucosegenide die keine Glucoside sind, d. h. Stoffe, die bei der Spaltung Zucker geben, aber keine Zuckerverbindungen sind. Der Name Saccharogene oder Saccharogenide hilft über diese Schwierigkeiten hinweg, er sagt nicht mehr, als daß ein Körper in mehrere zerfallen kann, wovon einer eine Zuckerart ist. Glucosegenide und Glucoside sind Bezeichnungen für Unterabtheilungen der Saccharogene. Die Behandlung der Saccharogene mit Wasser oder Weingeist und Natriuma

amalgam verspricht, wenigstens in vielen Fällen eine Aufklärung über die Natur dieser Verbindungen.

In der Mehrzahl der Fälle findet man bei genauerer Untersuchung in den Pflanzen neben den Saccharogenen diejenigen Körper vor, aus denen sie entstanden sind. So habe ich in der Roßkastanie neben dem Aesculin das Aesculetin, neben Fraxin das Fraxetin aufgefunden, Alizarin ist in der Färberröthe neben der Ruberythrinsäure enthalten, in der Rinde von *Fraxinus excelsior* hat Gintl neben Fraxin auch Fraxetin gefunden. Das Chinovin ist fast stets von Chinovasäure begleitet. Wir können sagen, daß sich in jeder Pflanze Stoffe der Fettreihe und Stoffe der aromatischen Reihe neben einander vorfinden, durch Verbindung eines Stoffes der ersten mit einem Stoffe der zweiten Reihe entsteht eine Anzahl der Saccharogene.

Sehen wir ganz ab von den organischen Basen die der Wechselwirkung organischer Substanzen und des Ammoniak ihre Entstehung verdanken, die nicht in jeder Pflanze vertreten sind durch einen Repräsentanten, ebenso von den stickstoffhaltigen Säuren, z. B. Myronsäure und gewissen Amiden, z. B. dem Asparagin, die in ähnlicher Weise entstehen wie die Alkaloïde, so bleiben uns nur noch die eiweißartigen Körper als allgemeine Bestandtheile der Pflanzen neben den Gliedern der Fett- und der aromatischen Reihe.

Die Thatsache, daß bei der Oxydation der Eiweißkörper neben fetten Säuren und deren Aldehyden, auch Bittermandelöl und Benzoësäure entsteht, daß bei der Behandlung derselben mit gewißen Fermenten (Pankreassaft), so wie durch die Einwirkung von Reagentien die eine Spaltung bewerkstelligen neben dem Leucin auch Tyrosin entsteht, neben einem stickstoffhaltigem Gliede der Fettreihe also gleichzeitig ein Derivat der Oxybenzoësäure, spricht deutlich genug dafür, daß die sogenannten Proteinsubstanzen nur durch Verbindung von Körpern der Fettreihe mit Substanzen der aromatischen Reihe entstehen. Beide Substanzen dieser zwei Reihen sind durch Wechselwirkung mit Ammoniak in stickstoffhaltige Körper übergegangen. Der Schwefelgehalt der meisten Proteinsubstanzen ist vielleicht gleichfalls auf die beiden Componenten vertheilt. Es ergibt sich aus allem dem, was hier gesagt wurde zur Genüge, daß Gallussäure, Chinasäure, Benzoësäure u. s. w., nicht Producte der retrograden Metamorphose, daß sie keine Excretionsproducte sind, so wenig als die Äpfelsäure oder Oxalsäure, weil man Krystalle von oxalsaurem Kalk

in den Zellen mancher Pflanzen abgelagert findet. Excrete der Pflanzen sind der Sauerstoff den die Pflanzen aus Kohlensäure und Wasser abscheiden, die Bestandtheile, welche die Blüthentheile in sich enthalten, nachdem sie von der Pflanze sich getrennt haben, die Körper, welche in der sich bei manchen Pflanzen ablösenden Borke sich vorfinden, die Bestandtheile des Fruchtfleisches und der Capseln und anderweitiger Pflanzentheile, welche sich vom Organismus der Pflanze trennen und zur Bildung neuer Stoffe in der Pflanze eben deshalb keine Verwendung mehr finden, die Kohlensäure die keimende Samen abgeben u. s. w. nicht aber Materien von denen es sich beweisen läßt, daß aus ihnen fort und fort neue Bestandtheile herausgebildet werden und das Material zum Aufbau neu zu bildender Organe geliefert wird. Aus dem Roßkastaniengerbstoff wird Aesculin, Fraxin, Quercitrin, Argyraescin, Aphrodaescin und Aescinsäure gebildet, er kann also kein Excret genannt werden.

Ich halte es nicht für überflüssig hier ein paar Worte über die Bildung von Harzen aus Gerbsäuren oder Gerbstoffen und die Bildung der Gerbstoffe selbst hinzuzufügen.

Das Wort Harz ist in chemischer Beziehung ohne allen Sinn. Eine organische Base, eine Säure, eine Verbindung aus der Classe der zusammengesetzten Äther, irgend ein indifferenter Körper aus den verschiedensten Classen kann mehr oder weniger Ähnlichkeit mit Mastix oder Colophonium haben und somit ein Harz genannt werden. Gemische verschiedener Substanzen, deren keine Ähnlichkeit mit einem sogenannten Harze hat, können eine Masse von dem Aussehen des Terpentin geben. Viele Substanzen geben nach dem Schmelzen eine Masse, die man ein Harz nennen kann und kehren durch bloßes Lösen in einem geeigneten Lösungsmittel und Verdunsten desselben in ihren früheren Zustand zurück, in dem sie keine Ähnlichkeit mit den sogenannten Harzen zeigen. Kleine Mengen eines tropfbarflüssigen Körpers hindern oft die Krystallisation eines festen Körpers. Die geringe Menge der Verunreinigung ist die Ursache, daß eine Substanz, die Niemand für ein Harz erklären würde das Aussehen eines sogenannten Weichharzes hat. Da man von einem krystallisirten Euphorbiumharz oder Elemiharz u. s. w. spricht, so kann Amorphismus als keine wesentliche Eigenschaft der Harze gelten. Die Löslichkeit in gewißen Lösungsmitteln ist eben so wenig für die Harze charakteristisch als ihre Unlöslichkeit in

anderen Flüssigkeiten. Schwerlöslichkeit in Wasser ist fast die einzige Eigenschaft, die allen sogenannten Harzen zukömmt. Im Übrigen gibt es Harze, die in Alkohol, Äther und Schwefelkohlenstoff oder nur in zwei von diesen Flüssigkeiten oder nur in einer derselben löslich sind. Mit Hilfe anderer gelöster Substanzen sind sie häufig in Wasser löslich, weshalb jedes wässerige Decoct eines Pflanzentheiles fast ohne Ausnahme wenigstens eine Spur von sogenannten Harzen gelöst enthält.

Da nun das Wort Harz eben so wenig Sinn hat in chemischer Beziehung, wie das Wort Farbstoff, welches Berberin, Indigo und Chrysophansäure zusammenwirft, so könnte man die Bildung von Harzen vom chemischen Standpunkte ganz gut mit Stillschweigen übergehen. Da aber von mehreren Pflanzenphysiologen behauptet wird, daß die sogenannten Harze aus Gerbstoffen entstehen, so will ich hier kurz anführen, welche Erfahrungen ich in dieser Beziehung gemacht habe.

Wenn das wässerige Decoct der Roßkastanienrinde mit Bleizuckerlösung nur so lange versetzt wird, als ein großflockiger, dunkler Niederschlag dadurch entsteht und die vom Niederschlag getrennte Flüssigkeit mit Schwefelwasserstoff von Blei befreit wird, wobei das entstehende Schwefelblei Aesculetin und einige andere Stoffe in sich aufnimmt, so erhält man durch Abfiltriren vom Schwefelblei eine Flüssigkeit, welche mit essigsaurer Thonerdelösung versetzt wenig, beim Sieden dagegen mehr von einer Verbindung des Gerbstoffes mit Thonerde gibt. Durch Zusatz von Ammoniak zu dem Filtrate von diesem Niederschlage entsteht noch eine weitere Ausscheidung der Thonerdeverbindung des Gerbstoffes. Wenn man statt einer Lösung von essigsaurer Thonerde das Hydrat der Thonerde anwendet, so erhält man ebenfalls das Thonerdesalz des Gerbstoffes. Wird nun eine solche Gerbstoffthonerde mit Wasser ausgewaschen und mit verdünnter Schwefelsäure versetzt und dann wasserfreier Weingeist zugefügt, so erhält man zwei Schichten von Flüssigkeit, eine leichtere Schichte einer alkoholischen Gerbstofflösung und eine schwerere Schichte von schwefelsaurer Thonerde, die nach einiger Zeit erstarrt. Wird bei diesen Manipulationen nicht jeder Überschuß an Schwefelsäure vermieden und nicht bei dem Hinzubringen von Schwefelsäure in geeigneter Menge jede Erhöhung der Temperatur sorgfältig vermieden, so verliert man einen großen Theil des Gerb-

stoffes. Er geht in diesem Falle zum großen Theil in eine Substanz über, welche in Wasser nur in äußerst geringer Menge löslich ist, sich in Alkohol leicht löst und nach dem Verdunsten als rothbraune, durchscheinende, der *Aloë soccotrina* ganz ähnliche, in der Wärme weiche, in der Kälte spröde Masse zurückbleibt. Unter kaltem Wasser zerfällt diese Masse zu einem blaßrehfarbenen Pulver, welches in Weingeist mit rothbrauner Farbe sich löst und nach dem Verdunsten wieder als harzartiger Rückstand bleibt. Die unter Wasser zerfallene Substanz über Schwefelsäure im Vacuo getrocknet besitzt einen deutlichen Moschusgeruch. Dieses aus Gerbstoff entstandene Harz ist zusammengesetzt wie der Gerbstoff selbst und gibt mit Kalihydrat erhitzt Phloroglucin und Protocatechusäure wie der ursprüngliche Gerbstoff, d. h. dieses Harz ist eine isomere Modification des Gerbstoffes. Der von mehreren Pflanzenphysiologen bemerkte Übergang von Gerbstoff in Harz kann also ganz einfach in der Umwandlung eines in Wasser löslichen Gerbstoffes in eine in Wasser schwer lösliche Modification desselben bestanden haben.

In den Nadeln von *Abies pectinata* ist ein Gerbstoff neben einer leicht krystallisirbaren Substanz enthalten. (Ich werde bald über beide Körper Näheres mitzutheilen, in der Lage sein.) Der Gerbstoff der Nadeln geht durch Erhitzen mit Salzsäure in einen schön rothgefärbten Körper über. Seine wässerige Lösung wird durch Salzsäure gefällt. Der Niederschlag löst sich nach Entfernung der salzsauren Mutterlauge mit Leichtigkeit wieder in Wasser auf. Wird aber der mit Salzsäure gefällte Gerbstoff sammt der in dem Niederschlage eingeschlossenen Mutterlauge mit Äther übergossen und in einem verschlossenen Gefässe bei gewöhnlicher Temperatur sich selbst überlassen, so ist er nach mehreren Stunden zu einer in Wasser unlöslichen, elastischen Masse coagulirt. Eine ähnliche Coagulation erleidet der Roßkastaniengerbstoff bei gleicher Behandlung. In der Samenhaut unreifer Roßkastanien ist eine reichliche Menge von Gerbstoff enthalten, die zum größten Theil durch einen andern Körper, den ich bis jetzt nicht rein erhalten konnte zu einer rehfarbenen, elastischen Masse umgewandelt wird, die sich weder in Wasser noch in Weingeist löst.

Was die von Pflanzenphysiologen beobachtete Entstehung von Gerbstoffen aus Cellulose betrifft, so ist es höchst wahrscheinlich, daß die Cellulose dabei in der Weise zur Entstehung eines Gerb-

stoffes, der ein Saccharogen ist beiträgt, daß sie sich in ein Kohlenhydrat umwandelt, das in Wasser löslich ist und im Momente der Entstehung in Berührung mit einem Körper der aromatischen Reihe sich mit diesem zu einem Gerbstoff verbindet. Bei der Bildung von Gerbstoffen, die keine Saccharogene sind, dürfte die Cellulose wohl kaum sich betheiligen.

Wie endlich in den Pflanzen Körper der aromatischen Reihe aus Gliedern der Fettreihe entstehen, z. B. Protocatechusäure aus Phloroglucin gebildet werden kann, ist eine Frage, mit deren Lösung ich eben beschäftigt bin. Die Samen der Pflanzen enthalten das Material, aus dem die Bestandtheile der jungen Pflanzen in der ersten Entwickelungsepoche sich bilden. In vielen Samen findet sich eine Anzahl von Stoffen, die wir auch in den anderen Theilen der Pflanze vorfinden. Die Kaffeegerbsäure und das Coffeïn der Kaffeebohnen kann fertig in die ersten jungen Blätter der *Coffea arabica* übergehen. Allein zahlreiche Bestandtheile von Samen finden wir nur in diesen, nicht aber in den übrigen Theilen der Pflanze, die sich daraus entwickelt. In diesen Fällen müssen die Bestandtheile der Samen gewisse Veränderungen erleiden, um zu Bestandtheilen der jungen Pflanze zu werden. In manchen Fällen muß ein Stoff eine Oxydation, in anderen eine Spaltung erleiden, um in die Bestandtheile der jungen Pflanze übergeführt, d. h. in die Stoffe, aus denen er gebildet wurde zurückverwandelt zu werden. Es ist weiter oben darauf hingewiesen worden, daß das Eiweiß und seine nächsten Verwandten, entstanden durch das Zusammentreten von Gliedern der Fettreihe und aromatischen Reihe, bei der Oxydation fette Säuren und deren Aldehyde neben Benzoësäure und deren Aldehyd liefern. Der Keimungsproceß ist mit einem lebhaften Oxydationsproceß der Bestandtheile der Samen verbunden und ein einziger Eiweißkörper in einem Samen kann mithin das erste Glied der Fettreihe, so wie das Anfangsglied der aromatischen Reihe gleichzeitig für die sich entwickelnde junge Pflanze liefern.

Über einige Verbindungen der Wolframsäure.

Von **Franz Ullik,**
Assistenten der Chemie an der technischen Hochschule zu Graz.

Die Ähnlichkeit, welche im chemischen Charakter zwischen Molybdänsäure und Wolframsäure herrscht, veranlaßte mich zu einigen Versuchen mit letzterer Säure. Sie zielten dahin, zu ermitteln, ob für mehrere Salze der Molybdänsäure die bezüglichen Analoga von der Wolframsäure erhalten werden können, oder nicht.

Ich hatte erkannt, daß das von mir dargestellte Salz der Molybdänsäure von der Zusammensetzung $KO, 2NaO, 3MoO_3 + 14HO$ in seinen Eigenschaften vollkommen mit dem Kalisalze Delafontaine's, dem er die Formel $KO, MoO_3 + 5HO$ gab, übereinstimme, und sah mich zu der Annahme gezwungen, daß beide Körper identisch sind. Es fiel mir dann sogleich auf, daß das von Anthon bereits vor etwa 30 Jahren dargestellte neutrale Kalisalz der Wolframsäure ganz dieselbe Zusammensetzung besitzt, wie jenes Delafontaine'sche Molybdänsäuresalz.

Anthon [1]) leitete aus seinen Analysen die Formel $KO, WoO_3 + 5HO$ ab, und die Krystallform dieses Salzes, sowie die sonstigen Eigenschaften, wie sie Anthon beschreibt, gleichen denen des Delafontaine'schen und des von mir dargestellten Salzes. Es lag daher der Gedanke nahe, das Anthon'sche Salz könnte etwa auch ein Kali- und Natronhältiges Salz der Wolframsäure von analoger Zusammensetzung mit dem betreffenden molybdänsauren Salz und isomorph mit diesem sein, und daß Anthon aus demselben Grunde, nämlich wegen Verwendung natronhaltiger Kalipräparate in einen Irrthum verfiel, wie Delafontaine. In dieser Richtung angestellte Versuche bestätigten meine Vermuthung.

So oft ich auch Wolframsäurehydrat mit der Lösung einer entsprechenden Menge reinen kohlensauren Kali's kochte, oder dieselbe Säure mit der äquivalenten Menge von reinem kohlensaurem Kali zusammenschmolz, und die geschmolzene Masse in Wasser

---

[1]) Journ. f. prakt. Chem. VIII. 399.

löste; sodann die Lösungen zur Krystallisation brachte, erhielt ich nie ein Salz von den Eigenschaften des Anthon'schen, sondern stets ein solches, welches in seiner Zusammensetzung und seinen Eigenschaften mit dem einfachsauren molybdänsauren Kali übereinstimmte. Es tritt in äußerst kleinen Krystallen auf, ist ungemein leicht löslich in Wasser und absorbirt ziemlich rasch Kohlensäure aus der Luft. Nach längerem Liegen an der Luft löst es sich dann auch nicht mehr vollständig auf, sondern hinterläßt bei Behandlung mit Wasser ein schwerlösliches, säurereicheres Salz. Sowie bei der Darstellung des entsprechenden molybdänsauren Salzes, erfolgt auch bei der vorhin angegebenen Bereitung dieser Wolframsäureverbindung zunächst aus der erhaltenen Lösung die Abscheidung eines schwerlöslichen, säurereicheren Salzes in glänzenden nadelförmigen Krystallen, und erst bei weiterem Verdampfen krystallisirt das neutrale Salz. Das letztere schmilzt, wie das analoge molybdänsaure, erst bei ziemlich hoher Temperatur, und die geschmolzene Masse zeigt nach dem Erstarren beim Erkalten ein ähnliches Verhalten, nur nicht in so hohem Grade. Schmilzt man ganz kleine Mengen, von einigen Milligrammen, so zerfällt die Masse nach dem vollständigen Erkalten auch in ein weißes, feines Pulver. Bei größeren Mengen bemerkt man dies nicht, aber während die erstarrte Masse, so lange sie noch warm ist, krystallinische Structur und Glasglanz besitzt, ziemlich hart und fest ist, verliert sie, nach erfolgter Abkühlung, jene Structur und den Glanz, und läßt sich dann zwischen den Fingern leicht zu Pulver zerreiben. Das krystallisirte Salz enthält zwar Wasser, dessen Menge aber sehr gering ist, und welches wohl als mechanisch eingeschlossen betrachtet werden kann, wofür auch das Decrepitiren beim Erhitzen spricht.

0·9865 Grm. des kryst. Salzes gaben 0·0222 Grm. Wasser, was 2·250 Proc. entspricht,

0·9451 „ des kryst. Salzes gaben 0·0252 „ „ „ 2·672 Proc. entspricht.

Die Analyse [1]) des geschmolzenen Salzes gab folgende Resultate:

---

1) Die Bestimmung der Wolframsäure in diesen, wie in allen folgenden Salzen, geschah nach der Methode von Scheele, durch Abscheidung mittelst Salzsäure in der Weise, wie sie Scheibler (Journ. f. prakt. Chem. LXXXIII, 281) bei der Analyse der wolframsauren Salze anwendete. In der von der Wolframsäure abfiltrirten Lösung wurden die Basen nach allgemein bekannten Methoden bestimmt.



I. 0·9643 Grm. gaben 0·6820 Grm. Wolframsäure und 0·5222 Grm. schwefels. Kali = 0·2823 Kali.

II. 0·9199 von zweiter Bereitung gaben 0·6502 Grm. Wolframsäure und 0·4988 Grm. schwefels. Kali, entsprechend 0·2697 Kali.

In Proc.:

	I.	II.	Mittel
Kali	29·275	29·318	29·296
Wolframsäure	70·724	70·681	70·702

woraus sich die Formel KO,WoO_3 ergibt:

	Berechnet	Gefunden
Ko	28·878	29·296
WoO_3 [1]) . .	71·122	70·702

Marignac [2]) weist auch die Existenz eines wasserfreien, einfach wolframsauren Kali's nach, welches er dargestellt und analysirt hat.

Das Salz $KO,2NaO,3WoO_3 + 14HO$ erhielt ich nun auf folgende Weise: Entweder durch Zusammenschmelzen von Wolframsäure mit einem Gemenge von kohlensaurem Kali und kohlensaurem Natron (auf ein Äquiv. WoO_3, ein Äquiv. KO,CO_2 und 2 Äquiv. NaO,CO_2), Auflösen der geschmolzenen Masse in Wasser, oder durch Kochen von Wolframsäurehydrat mit der Lösung eines Gemenges der beiden kohlensauren Salze in dem erforderlichen Verhältnisse, oder durch Behandlung des Wolframsäurehydrates mit einer stark natronhältiger Kalilauge, so daß letztere vorwaltete. Die erhaltenen Lösungen wurden der freiwilligen Verdunstung überlassen. Die Verbindung scheidet sich in ziemlich großen hexagonalen Prismen, gewöhnlich in Combination mit der sechsseitigen Pyramide und der Endfläche ab. Die Krystalle gleichen vollkommen denen des analog zusammengesetzten Molybdänsäuresalzes.

Das Salz ist in kaltem und heißem Wasser leicht löslich. Noch unter der Rothglühhitze schmilzt es zu einer farblosen klaren Flüssigkeit, welche beim Erkalten krystallinisch erstarrt. Das geschmolzene Salz löst sich auch im kalten Wasser wieder leicht auf. Ganz die-

[1]) Wo = 92.

[2]) Journ. f. prakt. Chem. XCIV. 357.

selben Eigenschaften gibt Anthon bei der Beschreibung seines Kalisalzes $KO,WoO_3 + 5HO$ an. Diese Verbindung läßt sich aber, wenn man mit reinen Präparaten arbeitet, nicht darstellen, und der von Anthon erhaltene Körper ist jedenfalls nichts Anderes als das Wolframsäuredoppelsalz von obiger Zusammensetzung. Berechnet man aus den beiden Formeln $KO,WoO_3 + 5HO$ und $KO, 2NaO, 3WoO_3 + 14HO$ den procentischen Wassergehalt, so erhält man fast absolut gleiche Zahlen, nämlich aus ersterer Formel 21·624 Proc. aus letzterer 21·609 Proc.

Bei der Analyse des auf oben angegebene Weise dargestellten Salzes wurden folgende Resultate erhalten:

I. 1·1975 Grm. gaben 0·2568 Grm. Wasser, 0·7085 Grm. Wolframsäure und 0·397 Grm. Chlorkalium + Chlornatrium; diese lieferten 0·4770 Grm. Kaliumplatinchlorid, welche 0·1456 Grm. Chlorkalium oder 0·0919 Grm. Kali entsprechen; es bleiben hiermit 0·2514 Grm. Chlornatrium = 0·1332 Grm. Natron.

II. 1·4813 Grm. von anderer Bereitung gaben 0·3114 Grm. Wasser, 0·8851 Grm. Wolframsäure, 0·4873 Grm. Chlorkalium + Chlornatrium, aus diesen wurden erhalten 0·5791 Grm. Kaliumplatinchlorid = 0·1767 Grm. Chlorkalium oder 0·1116 Grm. Kali; es ergaben sich dann 0·3106 Grm. Chlornatrium = 0·1645 Grm. Natron.

III. 1·6440 Grm. von einer dritten Bereitung gaben 0·3535 Grm. Wasser, 0·9795 Grm. Wolframsäure und 0·5401 Grm. Chlorkalium + Chlornatrium, welche 0·6621 Grm. Kaliumplatinchlorid lieferten; diese entsprechen 0·2028 Grm. Chlorkalium oder 0·1275 Grm. Kali. Es ergeben sich daher 0·3373 Grm. Chlornatrium = 0·1787 Grm. Natron.

Die procentische Zusammensetzung ist daher folgende:

	I.	II.	III.	Mittel
Kali	7·674	7·533	7·755	7·654
Natron	11·123	11·105	10·869	11·032
Wolframsäure . .	59·164	59·751	59·580	59·498
Wasser	21·444	21·022	21·502	21·322

Daraus ergibt sich die Formel $KO, 2NaO, 3WoO_3 + 14HO$.

	Berechnet	Gefunden
KO	8·077	7·654
2NaO	10·633	11·032
$3WoO_3$	59·681	59·498
14HO	21·609	21·322

Durch Behandlung von Molybdänsäure mit Magnesia alba und Wasser habe ich das Salz $MgO, MoO_3 + 7HO$ erhalten. Um zu erfahren, ob die Wolframsäure ein analoges Salz zu bilden vermag, unterwarf ich dieselbe der gleichen Behandlung, wobei sich herausstellte, daß unter übrigens gleichen Umständen die Wolframsäure ein von dem der Molybdänsäure etwas verschiedenes Verhalten zeigt. Kocht man nämlich wasserfreie Molybdänsäure mit Magnesia alba (etwas mehr als zur Bildung des neutralen Salzes etwa erforderlich ist) und Wasser, so wird unter Entweichen der Kohlensäure, die Molybdänsäure vollständig aufgelöst; die filtrirte Lösung gibt beim freiwilligen Verdampfen weiter nichts, als Krystalle des Salzes $MgO,MoO_3 + 7HO$. Behandelt man aber wasserfreie Wolframsäure in derselben Weise mit Magnesia alba, so wird, auch bei noch so lange fortgesetztem Kochen, nur eine sehr geringe Menge der Säure in Lösung übergeführt. Wendet man jedoch das gelbe Wolframsäurehydrat an, so wird dieses vollständig gelöst. Am besten verfährt man auf die Weise, daß man die Magnesia alba mit ziemlich viel Wasser anrührt, zum Kochen erhitzt, und während dem Sieden das Wolframsäurehydrat portionenweise und unter beständigem Umrühren, einträgt. Überläßt man die erhaltene, filtrirte Flüssigkeit dem freiwilligen Verdampfen, so beginnt zunächst, bei einer gewissen Concentration die Abscheidung einer weißen Substanz, welche in Form dünner, glänzender Krusten auftritt, die unter dem Mikroskope, selbst bei 400facher Vergrößerung, keine deutlichen Krystalle wahrnehmen lassen.

Diese Substanz ist in kaltem Wasser fast unlöslich, in heißem sehr schwer löslich, und besteht aus Magnesia, Wolframsäure und Wasser; ich habe dieselbe nicht näher untersucht. Später, nachdem sich bei fortschreitender Verdunstung eine ziemlich bedeutende Menge dieses schwerlöslichen Körpers gebildet hat, beginnt die Abscheidung eines, in deutlichen Krystallen auftretenden Salzes. Dieses krystallisirte Salz hat die Zusammensetzung: $MgO,WoO_3 + 7HO$. Filtrirt

man die Flüssigkeit, sobald sich Krystalle zeigen, und läßt dann ruhig stehen, so beginnt die Krystallisation auf's Neue, und man erhält dann das Salz von der eben angeführten Zusammensetzung rein, ohne weitere fremde Beimengungen.

Es bildet kleine, glasglänzende Prismen, die entweder lose auftreten, gewöhnlich aber, besonders anfangs, sich zu warzenförmigen Drusen vereinigen. Es ist luftbeständig, in kaltem Wasser etwas träge, sehr leicht in heißem Wasser löslich. Bei mäßiger Hitze verliert es das Wasser und schmilzt selbst bei starker Glühhitze nicht.

Die Analyse lieferte nachstehende Resultate:

I. 0·6637 Grm. des kryst. Salzes gaben 0·2099 Grm. Wasser, 0·3849 Grm. Wolframsäure und 0·1893 Grm. pyrophosphorsaure Magnesia = 0·0682 Grm. Magnesia.

II. 1·1993 Grm. von derselben Bereitung gaben 0·7020 Grm. Wolframsäure und 0·3300 Grm. pyrophosphorsaure Magnesia = 0·1190 Grm. Magnesia.

III. 1·0533 Grm. kryst. Salz von einer zweiten Bereitung gaben 0·3320 Grm. Wasser, 0·6156 Grm. Wolframsäure und 0·2971 Grm. pyrophosphorsaure Magnesia = 0·1066 Grm. Magnesia.

IV. 0·8628 Grm. von einer dritten Bereitung gaben 0·2727 Grm. Wasser.

Die procentische Zusammensetzung ist somit:

	I.	II.	III.	IV.	Mittel
Magnesia . . .	10·275	9·922	10·120	—	10·106
Wolframäure . .	57·993	58·534	58·444	—	58·323
Wasser	31·625	—	31·520	31·606	31·583

woraus sich die Formel $MgO,WoO_3 + 7HO$ ergibt.

	Berechnet	Gefunden
MgO	10·050	10·106
WoO_3 . . .	58·291	58·323
7HO	31·659	31·583

Das wasserfreie Salz enthält in Proc.:

	I.	III.	Mittel
Magnesia	15·028	14·779	14·903
Wolframsäure . .	84·817	85·345	85·081

Die Formel MgO,WoO_3 verlangt 14·706 proc. Magnesia und 85·294 Proc. Wolframsäure.

Die Existenz dieses Magnesiasalzes der Wolframsäure, welches ganz analog der einfachsauren molybdänsauren Magnesia zusammengesetzt ist, veranlaßte mich natürlich zu versuchen, ob sich nicht auch die, den von mir dargestellten Doppelsalzen der Molybdänsäure, nämlich $KO, MgO, 2MoO_3 + 2HO$ und $NH_4O, MgO, 2MoO_3 + 2HO$ entsprechenden Wolframsäureverbindungen darstellen ließen. Meine Versuche hatten jedoch keinen günstigen Erfolg.

Ich will in Kürze über die erhaltenen Resultate berichten.

Vermischt man concentrirte Lösungen der Salze $MgO, WoO_3 + 7HO$ und KO, WoO_3, so entsteht ein weisser, krystallinischer Niederschlag, der in Wasser schwer löslich ist, und aus Magnesia, Kali, Wolframsäure und Wasser besteht. Gießt man verdünnte Lösungen äquivalenter Mengen jener beiden Salze zusammen, so erhält man keinen Niederschlag. Beim Eindampfen der so erhaltenen Flüssigkeit auf dem Wasserbade aber scheidet sich eine dem vorhinerwähnten Niederschlage ähnliche, mehr flockig aussehende, und dieselben Bestandtheile enthaltende Substanz ab. Auch beim freiwilligen Verdampfen der vermischten verdünnten Lösungen der beiden Salze, resultirt ein ähnlicher Absatz, der sich anfangs in Form eines dünnen Häutchens, welches sich auf der Oberfläche der Flüssigkeit bildet, abscheidet.

Bei der Analyse dieser Niederschläge konnte ich keine übereinstimmenden Resultate erhalten, und es zeigte sich, daß sie keine constante Zusammensetzung hatten.

So erhielt ich bei der Analyse des durch Vermischen der concentrirten Lösungen der betreffenden Salze dargestellten Niederschlages folgende Daten:

Magnesia	6·873	Proc.
Kali	8·869	„
Wolframsäure	67·381	„
Wasser	15·989	„

Eine andere Portion des auf dieselbe Weise dargestellten Niederschlages gab:

Magnesia	7·77	Proc.
Kali	9·12	„
Wolframsäure	66·56	„
Wasser	15·933	„

Die weiße Substanz, welche durch freiwilliges Verdampfen der vermischten verdünnten Lösungen erhalten wurde, gab 16·68 Proc. Wasser.

Auf gleiche Weise erhaltene Substanz von einer zweiten Bereitung enthielt 18·577 Proc. Wasser.

Der Niederschlag, welcher durch Vermischen der verdünnten Lösungen und Abdampfen auf dem Wasserbade entstand, lieferte:

I.	Kali	12·883	Proc.
	Wasser	15·004	„

II. Von einer zweiten Bereitung:

Magnesia	5·378	Proc.
Wasser	15·537	„

Am meisten nähern sich diese Resultate einer Zusammensetzung, welche der Formel Ko,MgO,2WoO$_3$ + 6HO entspricht.

KO	13·339
MgO	5·664
2WoO$_3$	65·703
6HO	15·287

Ob wirklich eine derartige Verbindung rein, unter gewissen unbekannten Umständen erhalten werden kann, ob etwa störende Einflüsse die Reinheit beeinträchtigen, und welcher Natur diese Einflüsse sind, konnte ich nicht entscheiden, da ich den Gegenstand aus unten angeführten Gründen nicht weiter verfolgte. Ich will nur noch erwähnen, daß ich die Beobachtung machte, daß diese durch Vermischen der Lösungen der beiden wolframsauren Salze erhaltenen Flüssigkeiten leicht Kohlensäure aus der Luft absorbiren. Die meisten der Niederschläge brausten auch beim Übergießen mit Salzsäure etwas auf, nur jene nicht, welche durch Abdampfen auf dem Wasserbade erhalten wurden. Die Procentgehalte jener Bestandtheile, die ich in letzteren Niederschlägen bestimmt habe, nähern sich auch am meisten den aus obiger Formel berechneten.

Ganz zufällig erhielt ich einmal beim freiwilligen Verdampfen der vermischten verdünnten Lösungen des Kali- und Magnesiasalzes, nachdem beträchtliche Mengen des unlöslichen pulverförmigen Körpers, von dem ich mehrmals abfiltrirte, sich abgeschieden hatten, und als nur noch ein kleiner Rest Mutterlauge vorhanden war, aus

Ich habe eine Reihe von molybdänsauren Salzen dargestellt, deren Zusammensetzung sich durch die allgemeine Formel $MO, 8MoO_3 + nHO$ ausdrücken läßt. Es ist mir gelungen, eine analoge Verbindung der Wolframsäure darzustellen, nämlich das Natronsalz:

$$NaO, 8WoO_3 + 12HO.$$

Es entsteht, wenn man zu der wässerigen Lösung einer gewogenen Menge von metawolframsauren Natron soviel einer Salpeter- oder Salzsäure von bekanntem Gehalt hinzusetzt, daß auf zwei Äquiv. des Salzes, ein Äquiv. NO_5 oder HCl kommen, und die erhaltene Flüssigkeit freiwillig verdampfen läßt. Die Verbindung krystallisirt in schönen, mitunter ziemlich großen, farblosen, oder etwas gelblich gefärbten Krystallen, welche anscheinend dem monoklinischen Systeme angehören. Man erhält sie leichter, wenn man Salzsäure anwendet, als mittelst Salpetersäure.

Sie sind luftbeständig, besitzen einen in den Wachsglanz geneigten Glasglanz, lösen sich in kaltem Wasser sehr leicht auf, und lassen sich aus der Lösung unverändert umkrystallisiren. Die Lösung verhält sich ähnlich, wie die Lösungen der metawolframsauren Salze, indem nämlich Säuren darin keine Niederschläge hervorbringen. Bei mäßigem Erhitzen verliert das Salz sein Wasser, und bei starker Glühhitze sintern die Krystalle ein wenig zusammen, wobei durch partielle Reduction eine blaugrüne Färbung eintritt.

Bei der Analyse wurden folgende Resultate erhalten:

I. 1·1240 Grm. des kryst. Salzes gaben 0·1138 Grm. Wasser und 0·0819 Grm. schwefelsaures Natron = 0·0357 Grm. Natron.

II. 2·0497 Grm. von einer andern Darstellung gaben 0·2164 Grm. Wasser, 1·7808 Grm. Wolframsäure und 0·1242 Grm. schwefelsaures Natron = 0·0542 Grm. Natron.

III. 2·7793 Grm. kryst. Salz von einer dritten Bereitung gaben 2·4054 Grm. Wolframsäure und 0·2100 Grm. schwefelsaures Natron = 0·0917 Grm. Natron.

IV. 0·8731 Grm. von derselben Bereitung, wie III, gaben 0·0899 Grm. Wasser.

In 100 Theilen enthielt das Salz daher:

	I.	II.	III.	IV.	Mittel
Natron	3·176	2·644	3·299	—	3·039
Wolframsäure .	—	86·881	86·546	—	86·713
Wasser	10·124	10·557	—	10·296	10·326

Diese Resultate entsprechen der Formel $NaO, 8WoO_3 + 12HO$.

	Berechnet	Gefunden
NaO	2·905	3·039
$8WoO_3$	86·973	86·713
$12HO$	10·122	10·326

Das wasserfreie Salz enthält in 100 Theilen:

	I.	II.	Mittel
Natron	3·533	2·956	3·244
Wolframsäure .	—	97·136	97·136

Die Formel $NaO, 8WoO_3$ verlangt 3·233 Proc. Natron und 96·767 Proc. Wolframsäure.

Zur Analyse I. diente das durch Salpetersäure erhaltene Salz, zu den übrigen Analysen wurde das mittelst Salzsäure dargestellte verwendet.

Schließlich will ich noch einige Versuche anführen, welche zur weiteren Bestätigung der schon mehrfach ausgesprochenen und durch Versuche bekräftigten Ansicht dienen sollen, daß die durch Säuren in den Lösungen der Salze der gewöhnlichen Wolframsäure in der Kälte erzeugten Niederschläge keineswegs reines Wolframsäurehydrat sind, sondern stets geringe Mengen der betreffenden Basis enthalten. Zur Fällung wurde Salzsäure angewendet, und zwar bei dem Natronsalz, verschiedene Mengen der Säure auf dieselbe Menge des Salzes. Aus den Resultaten geht hervor, daß die Niederschläge je nach der Menge der angewandten Säure, verschiedene Zusammensetzung besitzen. Sie dürften vielleicht Gemenge sein von sehr säurereichen Salzen mit Wolframsäurehydrat.

Die Niederschläge wurden nach der Fällung sorgfältig so lange gewaschen, bis das Waschwasser nicht die geringste Reaction mehr auf Chlor zeigte.

Die Bestimmung des Gehaltes an Basis geschah nach den gewöhnlich gebräuchlichen Methoden, nachdem früher die Wolfram-

säure nach der Methode von Scheele mittelst Salzsäure abgeschieden worden.

Niederschlag I. aus dem Salze $NaO,WoO_3 + 2HO$ erhalten, enthielt im lufttrockenen Zustande:

Natron . . .	2·209	Proc.
Wasser . . .	14·960	„

Die wasserfreie Substanz enthielt 2·598 proc. Natron.

Niederschlag II. aus demselben Salz erhalten, gab lufttrocken:

Natron . . .	0·972	Proc.
Wasser . . .	12·851	„

Die wasserfreie Substanz enthielt also 1·115 proc. Natron.

Niederschlag III. aus dem gleichen Salze dargestellt, enthielt, bei 100 Grad getrocknet:

Natron	0·589	Proc.
Wasser . . .	6·046	„

Die wasserfreie Substanz enthielt 0·628 Proc. Natron.

Ein Niederschlag, welcher erhalten wurde durch Fällung einer Lösung des Salzes $MgO,WoO_3 + 7HO$, enthielt, bei 100 Grad getrocknet:

Magnesia . . .	1·05	Proc.
Wasser . . .	7·784	„

XX. SITZUNG VOM 18. JULI 1867.

Die Herren Doctoren A. Neilreich, Fr. Steindachner und E. Weiß danken, mit Schreiben vom 11., beziehungsweise vom 12. und 16. Juli, für ihre Wahl zu correspondirenden Mitgliedern der Akademie.

Herr Prof. Dr. V. v. Zepharovich übersendet die Fortsetzung seiner „Mineralogischen Mittheilungen."

Herr Prof. Dr. E. Brücke legt zwei Abhandlungen vor und zwar: *a)* „Beitrag zur Entwickelungsgeschichte der Cutis", von Herrn Dr. A. Kusnetzoff aus Charkow, und *b)* „Über Entwickelung und Wachsthum der Sehne", von Herrn stud. med. H. Obersteiner.

Die betreffenden Untersuchungen wurden im physiologischen Institute der k. k. Wiener Universität ausgeführt.

Herr Prof. Dr. Aug. Em. Reuss überreicht die I. Abtheilung einer für die Denkschriften bestimmten Abhandlung, betitelt: „Paläontologische Studien über die älteren Tertiärschichten der Alpen."

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Apotheker-Verein, allgem. österr.: Zeitschrift. 5. Jahrg. Nr. 14. Wien, 1867; 8°.

Bibliothèque Universelle et Revue Suisse: Archives des Sciences physiques et naturelles. N. P. Tome XXIX° Nr. 113. Genève, Lausanne, Neuchatel, 1867; 8°.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LXV. Nr. 1. Paris, 1867; 4°.

Cosmos. 2e Série. XVIe Année, 6e Volume, 2e. Livraison. Paris, 1867; 8°.

Garrigou, F., La vérité sur les objets de l'âge de la pierre polie des cavernes de Tarascon. Paris, 1867; 8°.

Gesellschaft, Naturforschende, in Zürich: Vierteljahrsschrift. IX., X. und XI. Jahrgang. (1864—1866). Zürich; 8°.

Gesellschaft, k. k., zur Beförderung des Ackerbaues, der Natur- und Landeskunde in Brünn: Mittheilungen. 1866. Brünn; 4°.

Jahrbuch, Neues, für Pharmacie und verwandte Fächer, von F. Vorwerk. Band XXVII, Heft 5 & 6. Speyer, 1867; 8°.

Jahres-Bericht, Zweiter, über die Wirksamkeit des Comités für die naturwiss. Durchforschung von Böhmen im Jahre 1865 und 1866. Prag, 1867; 8°.

Land- und forstwirthschaftl. Zeitung. 17. Jahrg.: Nr. 28. Wien, 1867; 4°.

Moniteur scientifique. 253° Livraison. Tome IX°, Année 1867. Paris; 4°.

Pictet, F. J., Nouveaux documents sur les limites de la période jurassique et de la période crétacée. (Archives des sciences de la Biblioth. Universelle. 1867.) Genève; 8°.

Société des Sciences naturelles du Grand-Duché de Luxembourg. Tome IX°, Année 1866. Luxembourg, 1867; 8°. — Reuter, F., Observations météorologiques faites à Luxembourg. Luxembourg, 1867; 8°.

Studenten - Kalender, österr., für das Studienjahr 1867. IV. Jahrgang. Wien; 12°.

Verein für vaterländische Naturkunde in Würtemberg: Jahreshefte. XXII. Band, 2. & 3. Heft. 1866; XXIII. Band, 1. Heft. 1867. Stuttgart; 8°.

Wiener medizin. Wochenschrift. XVII. Jahrg. Nr. 56—57. Wien, 1867; 4°.

Zeitschrift für Pharmacie von Beilstein, Fittig und Hübner. X. Jahrgang. N. F. III. Band, 12. Heft. Leipzig, 1867; 8°.

Über Entwickelung und Wachsthum der Sehne.

Von Heinrich Obersteiner stud. med.

Aus dem physiologischen Institute zu Wien.

(Mit 1 Tafel.)

Seitdem Schwann den histologischen Arbeiten eine vorzugsweise genetische Richtung gegeben, hat man sich nun allgemein mit der Idee befreundet, die wahre Beschaffenheit der meisten Gewebe, nur aus ihrer Entwicklung richtig erkennen zu wollen. Zahlreiche histogenetische Arbeiten sind daher in den letzten Jahrzehnten entstanden, und vielleicht auf keinem Gebiete mehr und mit abweichenderen Resultaten, als in der Frage um die Entwicklung des fibrillären Bindegewebes.

Der erste und wichtigste Punkt, in dem die Meinungen der verschiedenen Beobachter schon auseinandergingen, war die Beantwortung der Frage, woraus denn die Fibrillen des Bindegewebes entstünden.

Die einen, und unter ihnen zuerst Schwann [1], erklärten die in den ersten Entwicklungsstadien runden Bildungszellen, die andern aber, die zwischen diesen Zellen befindliche Grundsubstanz für dasjenige, aus dem sich die Fasern entwickelten.

Schwann nämlich sagte, daß die Bildungszellen nach beiden Seiten Fortsätze trieben, die sich dann von der Spitze aus gegen den Kern spalteten, und so ein Faserbündel bildeten, auf dem der Kern der früheren Zelle nur mehr aufliege.

Bald wurde aber diese Entstehungsweise der Fasern vielfach angefochten, man nahm den Zellen ihre Bedeutung als Fibrillenbildner, und schrieb ihnen ganz abweichende Zwecke, wie z. B. Bildung der sogenannten Kernfasern, zu; die eigentlichen Bindegewebsfasern aber sollten blos aus der zwischen den Zellen befindlichen structurlosen, glashellen Grundsubstanz entstanden sein; über die Art und

[1] Mikroskopische Untersuchungen u. s. w. Berlin 1839.

Weise, wie sich dieselbe an der Bildung der Fasern betheilige, waren die Ansichten wieder verschieden.

Reichert [1]) ging sogar so weit die Existenz der Fasern gänzlich zu läugnen, und sie blos für Falten zu erklären; und noch in neuester Zeit nennt Ercolani [2]) die Fibrillen bloße Kunstproducte.

Ein eigenthümlicher Mittelweg ist der, den Baur [3]) einschlug. und den auch Henle [4]) billigt. — Es sollen nämlich die Kerne in einer homogenen Grundsubstanz eingeschlossen sein, die späterhin die Fibrillen bilde. Baur war es nicht gelungen, die Kerne mit der dazu gehörigen „Grundsubstanzschichte", die Landois [5]) richtig für Protoplasma erklärt, in einzelne Zellen zu isoliren, er läugnete daher auch, daß dieses Protoplasma streng zu dem Kerne gehöre, vielmehr gibt er diesem allein schon die Bedeutung einer Zelle, und muß daher auch die Fibrillenbildung folgerichtig von den Zellen trennen und sie auf die Grundsubstanz übertragen.

Im Jahre 1861 wurden fast zu gleicher Zeit drei Arbeiten publicirt, die zeigen, wie wenig Aussicht auf Einigung bezüglich der Bindegewebsfrage vorhanden war.

Köllicker, der sich früher in der Bindegewebsangelegenheit an Schwann angeschlossen hatte [6]), änderte plötzlich seine Ansicht und indem er sich selbst eines Irrthums anklagt, erklärt er die Bindegewebskörperchen als die einzigen zelligen Elemente des fibrillären Bindegewebes, während alle faserigen Theile ihren Ursprung in der Zwischensubstanz hätten [7]).

Als Ersatz dafür wurde den Zellen wieder ihre Bedeutung gegeben durch Max Schulze und Brücke.

Max Schulze [8]) ist ganz entschieden der Ansicht die Fasern des Bindegewebes seien directe Derivate des Protoplasma's der Bildungszellen.

---

[1]) Bemerkungen zur vergleichenden Naturforschung u. s. w. Dorpat 1845.

[2]) Memorie dell' Academia delle scienze Bologna. Seria II. Tom V. Fascic. 2 1866.

[3]) Die Entwicklung der Bindesubstanz. Tübingen 1858.

[4]) Bericht über die Fortschritte der Anatomie und Physiologie im Jahre 1866.

[5]) Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. Bd. XVI. Heft 1.

[6]) Handbuch der Gewebelehre. 2. Auflage.

[7]) Neue Untersuchungen über die Entwicklung des Bindegewebes. Würzburg 1861.

[8]) Über Muskelkörperchen und das was man eine Zelle nennt. Müller's Archiv 1861.

Im gleichen Sinne sagt auch Brücke [1]), er habe sich weder an seinen eigenen Präparaten noch an denen Rollet's überzeugen können, daß die Fasermasse des Bindegewebes sich aus der Intercellularsubstanz entwickle, vielmehr haben ihn die Bilder, die er, an sich entwickelnden Sehnen, erhalten, zu der entgegengesetzten Ansicht geführt.

Diesen Forschern gegenüber vertreten noch in jüngster Zeit Henle [2]) und Kölliker [3]) ihre Ansichten, die wir oben auseinander setzten.

Das etwa ist also der Stand der Bindegewebsfrage von heute.

Ich will nun versuchen im Nachfolgenden die Resultate mitzutheilen, die mir eingehendere Beobachtungen embryonalen Sehnengewebes bezüglich der Entwicklung und des Wachsthums der Sehne ergaben.

Bevor ich aber daran gehe, will ich noch kurz das Materiale angeben, das mir zu Gebote stand, und die Art und Weise, wie ich es auswerthete.

Die Embryonen, deren ich eine beträchtliche Anzahl zur Verfügung hatte, waren entweder vom Schweine, 4—35 Centim. lange, oder vom Rinde (auch Büffel) 8 Centim. lang bis zu behaarten Embryonen.

Ein Hühnchen aus einem neun Tage lang bebrüteten Eie zeigte mir nur, daß auch bei den Vögeln im Allgemeinen dieselben Verhältnisse statthaben.

Von den Sehnen, die ganz frisch in Verwendung kamen, wurde ein Theil auf 5—10 Tage in K_2CrO_4 gelegt, ein anderer Theil durch Kreosot gezogen und getrocknet.

Beide Methoden ergaben ganz gleiche Resultate, doch eignet sich letztere vorzüglich zur Anfertigung dünner Längs- und Querschnitte, was bei ersterer nur leicht möglich war, wenn die Sehne in eine zum Schneiden taugliche Masse eingebettet wurde.

Als solche verwendete ich einestheils ein Gemisch von Wachs und Öl (Peremeschko), oder auch einen dicken Gummischleim,

---

1) Die Elementarorganismen. — Sitzungsber. der k. k. Akad. d. Wissensch. in Wien. XLIV. Bd.

2) Bericht über die Fortschritte u. s. w. 1866.

3) Handbuch der Gewebelehre. 5. Auflage 1867.



der in eine Papierdüte gefüllt und dann mit dem Objecte bis zur Erlangung einer passenden Consistenz in Alkohol gelegt wurde. (Stricker).

Für die Färbung war die Infiltration mit Carmin am besten. Anilinroth gab zwar manchmal noch schönere Färbungen, aber das Resulat war nicht so sicher, wie beim Carmin.

$AuCl_3$ von der Concentration 1 : 200, worin die Schnitte 1—2 Stunden gelassen und 24 Stunden lang dem Lichte exponirt wurden, gab eine äußerst prägnante schön dunkelviolette Färbung alles Protoplasma's, doch leiden die Bilder an einer bedeutenden Unreinheit, die dieser Methode von ihrem practischen Werthe raubt.

Ich komme nun dazu, den Hergang bei der Bildung der Sehne nach meinen Beobachtungen zu beschreiben.

Bei ganz jungen Embryonen, bei denen sich eben, obwohl oft noch schwer, die Sehne unterscheiden läßt, besteht dieselbe aus zahreichen enge aneinanderliegenden Zellen mit sehr deutlichem, großem Kern und Kernkörperchen (Fig. I *a*). Von zwei entgegengesetzten Punkten der Zellen gehen parallel der Richtung der Sehne zwei Fortsätze aus, die noch die körnige Structur des Protoplasma's deutlich erkennen lassen; Theilung oder Zerspaltung, wie Schwann zu sehen glaubte, zeigen diese Fortsätze aber nicht.

Wie schon erwähnt, sind diese Zellen enge angeordnet und schieben ihre Fortsätze zwischen die anderen naheliegenden Zellen hinein. Womit die dazwischen noch übrig bleibenden engen Räume ausgefüllt sind, läßt sich nicht mit Bestimmtheit sagen. Man sieht in ihnen weder Körner noch Streifen, die auf eine Faserung hindeuteten. Oft liegt der Kern nicht im Centrum der Zelle, so daß beide Fortsätze eine einzige Faser auszumachen scheinen, der der Kern seitwärts aufsitzt.

Es sind aber auch deutlich von diesen eigentlichen Zellen für die Sehne zu unterscheiden jene Zellen, die bestimmt sind, das Bindegewebe zu bilden, das die einzelnen Sehnenbündel umhüllt. (Fig. I *b*, Fig. IV.)

Auch sie besitzen große Kerne und Kernkörperchen und sind vorzugsweise nach zwei Seiten, die aber auf der Richtung der Sehne senkrecht stehen, ausgewachsen.

Sie machen sich sehr leicht kenntlich durch die Fortsätze, welche einmal schon viel breiter als bei jenen sind und sich bald und

wiederholt dichotomisch theilen. Letztere Art von Zellen zeigt auch im Ganzen sehr viel Ähnlichkeit mit einer platt-ausgebreiteten Amöbe, womit auch M. Schultze die jungen Zellen vergleicht.

Die Entwicklung schreitet nun folgendermaßen weiter:

Die anfangs kurzen Fortsätze werden länger, wobei sie sich so differenziren, daß nur der dem Kerne näher liegende Theil das körnige Ansehen und die Reactionen des Protoplasma behält, die peripherische Partie aber homogen wird.

Dann legen sich mehrere derselben aneinander, werden durch unbemerkbar kleine Mengen der Zwischensubstanz fest aneinander gekittet, und bilden so die Sehnenbündel erster Ordnung, an denen natürlich auch die Kerne liegen. — Versucht man es solch ein Bündel zu zerfasern, so gelingt es häufig einen Kern so von einem Fortsatze loszureißen, daß er nun vom Bündel weggezogen werden kann, mittelst des anderen Fortsatzes aber noch in Verbindung mit demselben bleibt (Fig. II., Fig. VI). Drückt man leise auf das Deckglas, so flottirt der Kern in der Flüssigkeit, so daß der unzweifelhafte Zusammenhang zwischen Kern und Fasern feststeht.

Diese primären Bündel werden wieder von etwas größeren Mengen Zwischensubstanz getrennt, die zu dem mosaikartig gepflasterten Ansehen der Sehne am Querschnitt Anlaß geben. Zwischen Gruppen solcher Bündel treten Züge von Bindegewebe, dessen Faserrichtung mit der Sehne einen rechten Winkel einschließt, dieses Bindegewebe bildet dadurch die Bündel zweiter Ordnung, die es umhüllt, daher ich es kurz umhüllendes Bindegewebe nennen werde.

Auf solche Weise schreitet die Entwicklung bis etwa um die Mitte des Embryonallebens fort. In dieser Periode hat die Sehne ein Ansehen erlangt, das sie im Allgemeinen nun beibehält.

Der Längsschnitt zeigt die sanft wellig gekrümmten Bündel an denen in auffällig constanter Reihe die Kerne liegen.

Zerfasert man einen solchen Längsschnitt (Fig. XIV), so können die Kerne so weit isolirt werden, um zu sehen, daß den meisten nach einer Seite mehr Protoplasma anhängt, so daß dieses einen körnigen gewöhnlich lanzettförmigen Fortsatz bildet, der sich erst in der Faser auszieht.

Nach allen anderen Richtungen umgibt das Protoplasma den Kern in gleich dünner Schichte, die andere Faser entspringt daher gleich schmal und dünn. — An dem unzerfaserten Längsschnitt,

erscheint dieser breitere Fortsatz zusammengedrückt von den anliegenden Faserbündeln nur wie eine vom Kerne ausgehende Reihe von Körnern, die auch vielfach mißverstanden worden ist.

Das entsprechende Bild zum Längsschnitt gibt der Querschnitt (Fig. VII, VIII, IX, XIII *t*). — Er zeigt die Bündel in der oben erwähnten Anordnung, die Kerne, das umhüllende Bindegewebe (*u*), in dem noch ziemlich viele Gefäße und auch Nerven verlaufen.

Die Kerne liegen aber meist so an dem Kreuzungspunkte mehrerer Contouren von primären Bündeln, daß ein leiser Druck auf das Präparat oder Zerrung genügt, die Bündel so weit zu trennen, daß die Contouren mit dem Kerne eine sternförmige Figur geben.

Es resultirt daher, für die so vielseitig gedeuteten Bindegewebskörperchen keine andere richtige Erklärung, als die, welche auch Max Schultze (a. a. O.) von ihnen gibt. Er sagt:

„Es bleiben auch bei den Zellen, deren Protoplasma sich in fibrillares Bindegewebe umwandelt, außer dem Kerne noch ein Wenig unverändertes Protoplasma übrig, welches ersteren in freilich oft nur sehr geringer Menge umgibt, — das sind die Bindegewebs- oder Sehnenkörperchen.

Die Bindegewebszellen scheinen auch die Fähigkeit zu besitzen sich durch Proliferation zu vermehren.

Es sind mir nämlich einige Male Bilder untergekommen, wo zwei schon ganz ausgebildete Zellen mit Kernen, durch einen körnigen Protoplasmafortsatz miteinander in Verbindung standen (Fig. IV).

An einem älteren Embryo an einer Stelle, die Neubildung zeigte, war eine Zelle (Fig. V) sichtbar, deren eine Fortsatz eine Strecke von dem Kerne entfernt eine kleine körnige Anschwellung zeigte; dies dürfte der Anfang gewesen sein zu einer neu sich bildenden Zelle.

Doch sind im Allgemeinen diese Fälle von Vermehrung der Zellen nicht häufig an der Sehne zu sehen.

Eine andere Eigenthümlichkeit dieser Zellen, besonders so lange sie noch jung sind, besteht darin, daß der Kern öfter aus dem umgebenden Protoplasma herausfällt, ohne einen Riß zu hinterlassen, so daß blos die Stelle mehr kenntlich ist, wo der Kern früher gelegen hatte.

Dies mag ein Grund mehr sein die Unhaltbarkeit jener, nun von den meisten Histologen aufgegebenen, Theorie darzuthun, welche eine Zellmembran für ein nothwendiges Attribut jeder Zelle hält.

Nachdem ich nun die Entwicklung der Sehne von den ersten Anfängen an durchgegangen und gezeigt habe, daß schon um die Mitte des Embryonallebens ein Punkt erreicht ist, von welchem an das Ansehen der Sehne sich wenig mehr ändert, mußte es sich fragen, auf welche Weise denn das Wachsthum derselben zu Stande käme.

Das Längenwachsthum war leicht zu erklären durch stete Verlängerung, — stets weiteres Wachsen, — der zu Bündeln vereinigten Fortsätze. — Dabei scheint bis zu einer gewissen Periode eine gesetzmäßige Verschiebung der Elemente nebeneinander zu bestehen, auf der die Anordnung der Kerne in Reihen beruht.

Nicht so leicht ist es das Wachsen in die Dicke zu verstehen; zwar wachsen die Bündel auch in die Dicke, doch ist dies so unbedeutend im Verhältniß zu der starken Dickenzunahme der Sehne, daß, wie schon Kölliker [1]) bemerkt, noch neue Fasern auftreten müssen. Es müssen sich aber dann die Stellen finden lassen, von denen diese Neubildungen ausgehen.

Der Querschnitt durch einen Theil der Achillessehne eines 35 Centim. langen Rindsembryos (Fig. VII) zeigt mit Carmin behandelt einmal in dem breiten Zuge querlaufenden Bindegewebes, mehrere fast ganz parallele stark infiltrirte Streifen (*s*), so wie zwischen den Bündeln niederer Ordnung an vielen Punkten ebenfalls stark infiltrirte längliche oder runde Stellen (*i*).

Die Streifen lösen sich bei starker Vergrößerung in ein Band zahlreicher junger Zellen auf (Fig. IX, X *s*), die anderen stark gefärbten Stellen sind entweder ähnliche Kerngruppen (Fig. VIII *i*), querdurchschnittene Gefäße und Nerven- oder Muskelfasern [2]).

---

[1]) Handbuch der Gewebelehre. 2. Auflage, Seite 209.

[2]) Es erstrecken sich nämlich noch bis über die Hälfte der Sehne in den breiteren Bindegewebszügen, Gruppen von Muskelfasern, im weiteren Verlauf gegen den Ansatzpunkt hin nur mehr zu wenigen vereint. — Diese Muskelfasern zeichnen sich nun bei den Sehnen der Beuger und Strecker der Extremitäten, ausgenommen der Achillessehne, dadurch aus, daß bei den meisten ein Kern in der Mitte der Faser, ein oder zwei andere Kerne am Rande liegen (Fig. XIII). Rollet (Wiener Sitzungsber. 1857) hat ein ähnliches Verhalten der Muskelkerne an dem Brustmuskel der Tauben beschrieben. — An einem Embryo von 35. Centim. besitzen die erwähnten Muskelfasern mit dem Kerne im Inneren der contractilen Substanz einen Mitteldurchmesser von 0·021 Millim., hingegen schwanken die Fasern, deren Kern am Rande liegt zwischen 0·008—0·014 Millim., im Mittel 0 011 Millim., erst beim

Ich glaube, es kann wohl kein Zweifel sein diese Anhäufung junger Zellen als Neubildung anzusehen; fraglich wäre hiebei nur was aus diesen Zellen wird. — Offenbar kann man hier nur zwischen Sehnengewebe und umhüllendem Bindegewebe schwanken.

Dieselben Unterschiede, die sich uns aber bei der ersten Entwicklung dieser beider Arten von Geweben darboten, werden wir hier wieder benützen müssen.

Macht man durch solch' einen Zellenstreifen, oder eine solche Insel von Zellen einen dünnen Längsschnitt, so gelingt es die spindelförmigen Zellen so angeordnet zu sehen (Fig. XII. *s*), daß ihre Fortsätze in einer Richtung mit den Sehnenfasern verlaufen, übrigens erinnert die enge Anordnung ganz an die Bilder, die Sehnen von den jüngsten Embryonen liefern. Der Querschnitt hingegen zeigt, wenn er gehörig dünn ist, daß diese Zellen ebenso wie die Sehnenkörperchen auch der Quere nach getroffen sind (Fig. VIII *i*, Fig. IX X *s*).

Erinnern wir uns, daß die Zellen für das umhüllende Bindegewebe quer gestellt sind, daß ihre Fortsätze breit und vielfach getheilt sind, daher ihnen auch nicht die Spindelform zukommt, so müssen wir uns der Meinung hingeben an diesen Nestern von Zellen es mit den Herden der Neubildung für die eigentlichen Sehnenfasern zu thun zu haben.

Noch mehrere Umstände bestärken diese Ansicht. – Fig. X zeigt einen Querschnitt, an dem *s* einen Streifen von Zellen darstellt, parallel mit ihm liegt, auch der Form nach mit ihm übereinstimmend, der Streifen *n*, der bereits deutlich aus Sehnenfasern besteht. Da an allen Schnitten sich eine Differenz in dem Grade der Entwicklung an verschiedenen Stellen zeigte, so liegt es nahe den Streifen *n* als Abkömmling eines ähnlichen Streifens wie *s* ist zu erklären. Natürlich kann dies nur Vermuthung sein, aber eine solche, die in der Natur der Dinge begründet ist, und der keine Thatsache widerspricht.

Ebenso ist in Fig. XI ein Stückchen eines Längsschnittes, durch das umhüllende Bindegewebe angelegt. Es ist die Ähnlichkeit mit dem Längsschnitt einer noch nicht vollkommen entwickelten Sehne auffallend.

---

behaarten Rindsembryo sind beide Arten gleich geworden. Beide haben einen Mitteldurchmesser von 0·021 Millim.

Bei der Achillessehne ist diese Differenz der Muskelfasern nicht vorhanden.

Da nun auch Zerfaserungen dieser Stellen an älteren Embryonen gleiche Bilder geben, wie Zerfaserungen der Sehne an ganz jungen, so kann ich nicht anstehen, diese oben näher beschriebenen Stellen im umhüllenden Bindegewebe, für die Ausgangspunkte der Neubildung zu erklären.

Schlussfolgerungen.

Es ergibt sich also kurz:

1. Die Sehnenfasern entwickeln sich nicht aus der Zwischensubstanz sondern aus den Bildungszellen.

2. Die Bindegewebskörperchen sind nichts anderes, als diese Bildungszellen, nachdem sie die Fasern ausgeschickt haben.

3. Die Sehne verdickt sich im Laufe der Entwicklung durch Bildung neuer Bündel, welche theils zwischen den alten und dem umhüllenden Bindegewebe, theils im umhüllenden Bindegewebe selbst entstehen.

Erklärung der Abbildungen.

I. Bildungszellen eines 4 Centim. langen Schweinsembryonen.
a) Für die Sehne.
b) Für umspinnendes Bindegewebe.
II. Zellen der Sehne, ein Fortsatz ist abgerissen, mit dem anderen hängen sie noch an dem Bündel von einem 8 Centim. langen Rindsembryo.
III. Zelle des umgebenden Bindegewebes vom 9 Tage alten Huhnembryo.
IV. Zwei durch einen Protoplasmafortsatz verbundene Zellen vom Rindsembryo 8 Centim. lang.
V. Eine Zelle mit einer Protoplasma-Anschwellung an einem Fortsatz von einem 67 Centim. langen Rindsembryo, aus einer Stelle, die in Neubildung begriffen ist.
VI. Zelle, deren Kern herausgefallen, Sehne eines Rindsembryo's 8 Centim.
VII. Querschnitt der Sehne eines Rindsembryo's von 35 Centim. Länge. *t* Sehnenbündel, *u* umgebendes Bindegewebe, *s* Streifen und *i* Inseln von jungen Zellen.
VIII. Insel von Zellen (*i*) von einem 67 Centim. langen Rindsembryo.
IX. Streifen von Zellen von demselben.
X. Muthmaßlich neugebildeter Sehnenstreifen (*n*) von demselben.
XI. Feiner Längsschnitt durch ein sich neu bildendes Sehnenbündel von demselben.
XII. Längsschnitt durch einen aus jungen spindelförmigen Zellen bestehenden Streifen (*s*); in der Nähe verlaufen zwei Muskelfasern (*m*) von demselben.
XIII. Querschnitt durch Muskelfasern deren Kerne in der Mitte liegen (*m*) aus einem Strecker des Fusses von demselben.
XIV. Zerfaserter Längsschnitt von demselben.

XXI. SITZUNG VOM 25. JULI 1867.

Der Secretär legt folgende eingesendete Abhandlungen vor:

„Die Meteoriten des k. k. Hof-Mineraliencabinets am 1. Juli 1867 und der Fortschritt seit 7. Jänner 1859", vom Herrn Hofrathe W. Ritter v. Haidinger.

„Mittheilungen aus dem chemischen Laboratorium in Innsbruck", von den Herren A. Grabowski, O. Rembold, G. Malin und H. Hlasiwetz, eingesendet von Herrn Prof. Hlasiwetz.

„Die Raçen des zahmen Hundes", I. Abtheilung, von Herrn Dr. L. Fitzinger.

„Ichthyologische Notizen" (VI.), von dem c. M. Herrn Dr. F. Steindachner.

Herr Prof. Dr. F. Rochleder übersendet eine vorläufige Notiz „über die Blätter von *Pyrus Malus* L." für den Anzeiger.

Herr Prof. Dr. A. Winckler legt eine Abhandlung vor, betitelt: „Der Rest der Taylor'schen Reihe".

Herr Prof. Dr. J. Redtenbacher überreicht zwei Abhandlungen, und zwar: *a)* „Chemische Untersuchung des fetten Maisöls", von Herrn H. Allemann; *b)* „Chemische Analyse der Mineralquelle zu Sauerbrunn bei Wr. Neustadt," von Herrn Dr. M. Reiner.

Herr Prof. Dr. E. Brücke legt zwei Abhandlungen vor, und zwar: *a)* „Über die Blendung der Netzhaut durch Sonnenlicht", von Herrn Dr. V. Czerny; *b)* „Über die physiologische Wirkung einiger Opium-Alkaloide," von Herrn Dr. W. Baxt aus Petersburg.

Herr Director Dr. K. Jelinek übergibt eine Abhandlung, betitelt: „Normale fünftägige Wärmemittel für 79 Stationen in Österreich, bezogen auf den Zeitraum 1848—1865".

Herr Director K. v. Littrow legt eine Abhandlung: „Physische Zusammenkünfte von Asteroiden im Jahre 1867" vor.

Das c. M. Herr Dr. E. Weiß überreicht „die Berechnung der Sonnenfinsternisse der Jahre 1868—1870."

Herr Dr. E. Ludwig legt eine Abhandlung „über das Vorkommen des Trimethylamins im Weine" vor. Die betreffenden Untersuchungen wurden mit Unterstützung der Akademie ausgeführt.

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Astronomische Nachrichten. Nr. 1648—1649. Altona, 1867; 4°.

Basel, Universität: Akademische Gelegenheitsschriften aus dem Jahre 1866—1867. 4°. & 8°.

Bonn, Universität: Akademische Gelegenheitsschriften aus dem Jahre 1866. 4°. & 8°.

Bureau de la recherche géologique de la Suède: Carte géologique de la Suède, accompagnée de renseignements. Livraisons 19—21. 8°. — Aperçu de l'extension de l'argile glaciale dans la partie méridionale de la Suède. Folio. — Coup d'oeil des sections diverses de la Carte géologique de la Suède. Folio.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LXV, Nr. 2. Paris, 1867; 4°.

Cosmos. 2ᵉ Série. XVIᵉ Année, 6ᵉ Volume, 3ᵉ Livraison. Paris, 1867; 8°.

Göttingen, Universität: Akademische Gelegenheitsschriften. 1865—1866. 4°. & 8°.

Hamburg, Stadtbibliothek: Schriften aus den Jahren 1866 & 1867. 4°.

Land- und forstwirthschaftliche Zeitung. 17. Jahrg. Nr. 29. Wien, 1867; 4°.

Lotos. XVII. Jahrgang. Juni 1867. Prag; 8°.

Lund, Universität: Akademische Gelegenheitsschriften. 1865 & 1866. 4°. & 8°.

Mittheilungen des k. k. Génie-Comité. Jahrg. 1867, 6. Heft. Wien; 8°.

— aus J. Perthes' geographischer Anstalt. Jahrg. 1867, VII. Heft. Gotha; 4°.

Société entomologique de France: Annales. Tome IX. 3ᵉ—4ᵉ trimestre; Tome X—XI. (1840—1842). 2ᵉ Série. Tomes I—IX; Tome X., 4ᵉ trimestre. (1843—1851). 3ᵉ Série. Tome VIII. (1860.) 4ᵉ Série. Tomes I—VI. (1861—1866.) Paris, 1841—1846; 8°.

Société médico-chirurgicale des hôpitaux & hospices de Bordeaux: Mémoires et Bulletins. Tome I^r, 1^r—2e fasc. Paris & Bordeaux, 1866; 8°.

Society, The Royal, of London: Philosophical Transactions. Vol. 156, Part 2. London, 1866; 4°. — Proceedings Vol. XV. Nr. 87—92. London, 1866—1867; 8°.

— The Chemical: Journal. Series 2, Vol. IV, October—December 1866. Vol. V. January—June 1867. London; 8°.

— The Asiatic of Bengal: Proceedings. 1866. Nr. IV—XII. April to December. 1867, Nr. I. Calcutta; 8°. — *Bibliotheca indica.* Nrs. 216—217. New. Series. Nrs. 88, 93, 96—98. Calcutta, 1866; 8°.

Verein, geogn.-mont. für Steiermark: Geologische Übersichtskarte des Herzogthums Steiermark von Dionys Stur. Graz, 1865; 12 Blätter in Folio.

— naturwissenschaftl., zu Bremen: Abhandlungen. I. Bd., 2. Heft. Bremen, 1867; 8°.

Wiener medizin. Wochenschrift. XVII. Jahrg. Nr. 58—59. Wien, 1867; 4°.

Wochen-Blatt der k. k. steierm. Landwirthschafts-Gesellschaft. XVI. Jahrg. Nr. 15. Graz, 1867; 4°.

Die Meteoriten des k. k. Hof-Mineraliencabinets am 1. Juli 1867, und der Fortschritt seit 7. Jänner 1859.

Von dem w. M. W. Ritter v. **Haidinger.**

Ich bitte die hochverehrte mathematisch-naturwissenschaftliche Classe, das vorliegende Verzeichniß der „Meteoriten des k. k. Hof-Mineraliencabinets vom 1. Juli 1867“ freundlichst aufzunehmen, und mir ebenso gewogenst gestatten zu wollen, die Vorlage mit einigen Bemerkungen über die neuen der Sammlung eingereihten Erwerbungen zu begleiten, ebenso wie mit einigen Rückblicken auf die letzte Zeit unserer Bestrebungen zur Vermehrung dieser Sammlung.

Am 9. Jänner 1859 hatte ich der hochverehrten Classe über dieselbe Sammlung ein Verzeichniß vorgelegt, welches Nachweisungen enthielt über Meteorsteine und Meteoreisenmassen von 137 Fall- oder Fundorten.

Das heute vorliegende Verzeichniß vom 1. Juli enthält die Nachweisungen von nicht weniger als 236 Fall- oder Fundorten, also eine Vermehrung um 99 Localitäten.

Bei den nachstehenden Schilderungen muß ich sehr um Entschuldigung bitten, wenn ich vielleicht meine Persönlichkeit zu sehr in den Vordergrund stelle, aber es scheint mir dies andererseits als eine Pflicht gewissermaaßen historischer Berichterstattung über den Fortschritt der Arbeiten in dieser Abtheilung unserer Forschungen, so lange ich an denselben, nun in das neunte Jahr, Theil genommen habe, und als ein Abschluss, welchen mir meine Verhältnisse nach Alter, Gesundheit und Stellung ernst genug erscheinen lassen muß.

Manche einzelne Aufgaben liegen wohl noch vor, aber ein Verzeichniß dieser Art erheischt es, daß eine größere Zeitperiode abgelaufen ist, als daß ich ihrer, in meinen Verhältnissen als einer allzuwahrscheinlichen, entgegen sehen sollte.

Ich habe seit jenem Tage des ersten Verzeichnisses, seit dem 7. Jänner 1859, der hochverehrten Classe nicht weniger als 73 Mit-

theilungen über Meteoriten und auf dieselben bezüglichen Arbeiten vorgelegt, von welchen mir 14 von hochverehrten Freunden zu diesem Zwecke anvertraut worden waren, 5 von Herrn Obermedicinalrathe Wöhler, 8 von Herrn Director Julius Schmidt, 1 von Herrn Professor Kenngott. Für ausführlichere Nachweisungen darf ich wohl die Hefte der Register unserer Sitzungsberichte nennen, aber es ist wohl gewiß anregend, auch hier mit einem Worte der Gegenstände zu gedenken, auf welche sie sich bezogen, die Fälle und Funde von Kakova, Ausson, Cold Bokkeveld, Agram, Stannern, New Concord, Trenzano, Nebraska, Oregon, Shalka, Allahabad, Pegu, Assam, Segowlee, S. Denis-Westrem, Dhurmsala, Tula, Parnallee, Cranbourne, Nellore, Montpreis, Gorukpore (Butsura), und Kurruckpore, Sarepta, Bachmut, Albareto, Carleton-Tucson, Tourinnes-la-Grosse, Trapezunt, Copiapo, Drei Fundeisen, Manbhoom, Troja, Polinos, Turakina, Knyahinya, auch Meteore und theoretische Ansichten: Manche derselben waren zuerst in Europa, oder doch genauer als früher durch die entsprechenden Berichte über unsere Sitzungen bekannt geworden.

Der Meteorsteinfall von Kakova war der erste in der Reihe. Er wirkte als der eigentliche Anreger. Die Erscheinung während des Falles ist so ungewöhnlich, man möchte sagen unirdisch, daß jeder neue Meteorfall gewiß in der Umgegend die höchste Aufregung hervorbringt. Günstige Verhältnisse aber nur werden es vermögen, daß der vorübergehenden Anregung auch Beharrlichkeit in der Verfolgung der Studien sich anschließen wird.

So war es mit jenem Falle von Kakova am 19. Mai 1858, dessen Ergebniß, einen einzelnen Stein von 1 Pfund 1 Loth Gewicht, Herr k. k. Gouverneur Graf v. Coronini von Temesvár an mich, damals Director der k. k. geologischen Reichsanstalt freundlichst eingesendet hatte.

Während die Aufregung durch die Berichterstattung über einen Meteoritenfall oder -Fund oft ohne ferneren Einfluß vorübergeht, war hier durch die so lange an der Spitze ähnlicher Sammlungen fortgeführte Meteoritensammlung des k. k. Hof-Mineraliencabinets Veranlassung zu nachhaltigerer Theilnahme. Dorthin übertrug ich den Stein von Kakova, und verabredete mit meinem hochverehrten Freunde Hörnes, daß wir die Vermehrung der Sammlung uns angelegen sein lassen wollten. Namentlich waren es die in stets

erweitertem Tauschverkehr zuströmenden periodischen Schriften, für die k. k. geologische Reichsanstalt, für die k. k. geographische Gesellschaft, welche damals mir fortwährend zur Ansicht zukamen, welche viele Eröffnungspunkte, zwar auch in Europa, namentlich aber in Ostindien und Amerika darboten, aus welchen Bereicherungen sich erwarten ließen, die überhaupt ganz neu für unsere europäischen Museen waren.

Unser verewigter College Partsch hatte im Jahre 1843 die Zahlenverhältnisse der leitenden Mittelpunkte öffentlicher Sammlungen damaliger Zeit verzeichnet:

Wien	Berlin	London	Paris	
k. k. Hof-Mineralien-cabinet	k. Univers.	Britisch. Mus.	Mus. d'H. Nat.	Ecole des Min.
94	78	35	42	12

Mit Berlin fand fortwährend Gegenseitigkeit und ziemlich lebhafter Austausch statt, mit London und Paris war verhältnißmäßig doch einige Unterbrechung eingetreten, so daß als die Ziffer unseres ersten Verzeichnisses auf 137 stand, die Anzahl der Nummern des britischen Museums in London nur 75, die der Nummern im Muséum d'Histoire naturelle und der Ecole des Mines in Paris nur erst 53 und 44 betrugen, nach den damaligen Mittheilungen der hochgeehrten Freunde N. S. Maskelyne, Delafosse und de Sénarmont. Ich hatte mir diese Angaben von den hochverdienten Männern, welchen die Oberaufsicht über die bezüglichen Sammlungen zustand, mit begleitenden Eröffnungen zu erneuerter Gegenseitigkeit, nach dem Tode unseres unvergeßlichen Collegen Partsch erbeten, und darf nun wohl billig zum Theil als ein Ergebniß dieser Eröffnungen einen Abschnitt von vermehrtem Eifer betrachten, der sich dem Gegenstande zugewendet hatte, besonders da von uns Verbindungen auch nach anderen Richtungen aufgesucht wurden.

Bereits im Jahre 1863, in welchem Herr Otto Buchner sein wichtiges Werk: „Die Meteoriten in Sammlungen" herausgab, stellten sich für die genannten öffentlichen Sammlungen die Ziffern wie folgt:

Wien	Berlin	London	M. d'H. N.	E. d. M.
194	153	190	83	44.

Gleichzeitig sehen wir bei Buchner die Göttinger Universität mit 125, die Privatsammlungen von R. P. Greg mit 191, von Freiherrn v. Reichenbach mit 176, Prof. C. U. Shepard in New-Haven mit 151, Nevil in London mit 101, Dr. Auerbach in Moskau mit 76. Zur Zeit von Partsch's letzter Zusammenstellung im Jahre 1843 hatte selbst Freiherr v. Reichenbach nur 68, der Sammlungen der Universität zu Göttingen, jener der Herren Greg, Shepard, Nevil, Auerbach wird gar nicht gedacht.

Aber auch dieses Werk von Dr. Buchner aus dem Jahre 1863 nahm seinen Ursprung und seinen raschen Fortgang in der lebhaften Theilnahme, mit welcher seine frühere Mittheilung „Über Feuermeteore“ u. s. w. 1859 erschien, überall, namentlich aber auch bei uns, aufgenommen worden war, wofür ich gewiß die freundliche, meinem hochverehrten Freunde Hörnes und mir eingeschriebene Widmung des hochverdienten Verfassers als ein unwiderlegliches Zeugniß betrachten darf.

Unsere Fortschritte hatten, man muß es anerkennen, stets die mineralogische Grundlage und das Aufsammeln von Gegenständen in näherer Beziehung zu dem Wesen des k. k. Hof-Mineraliencabinets und der dort bewahrten, durch die Bestrebungen und Arbeiten von v. Schreibers und v. Widmannstätten, sowie durch die Sorgfalt von Partsch classischen Sammlung zum Gegenstande. Namentlich meine Theilnahme bezog sich immer auf Einzelnes, und wenn sie nach und nach ein weiteres Feld der Forschung umfaßte, so wurde ich doch nur durch äußere Veranlassung vermocht, es zu wagen, Ansichten Ausdruck zu geben, welche doch jedesmal auf einzelne bestimmte Grundlagen sich zurückführen ließen.

Aus einem umfassenderen Gesichtspunkte hatten damals und selbst früher, vor unserer neuen Arbeitsperiode, sich in England die Verhältnisse gestaltet. Verzeichnisse von Meteoren und Meteorsteinfällen waren auch in neuerer Zeit in den Bänden der Reports an die Versammlungen der British Association von Baden Powell und andern mehrfach vorgekommen, aber namentlich war es ein strebsamer, freiwilliger Forscher, der diesem Gegenstande sich mit seltenem Fleiße und großer Beharrlichkeit zugewendet hatte, unterstützt durch mancherlei vortheilhafte Lagen seiner gesellschaftlichen Stellung. Herrn Robert Philipps Greg's Vater hatte bereits die ausgezeichnete Mineraliensammlung des verewigten Banquiers Thomas Allan

erkauft, in welcher es mir beschieden war, so manchen Beitrag zu genaueren Bestimmungen und Beschreibungen von Mineral-Individuen zu entwerfen. Während meines Aufenthaltes in Allan's gastlichem Hause war es ja, daß ich von ihm selbst, von Dr. jetzt Sir David Brewster, Dr. Edward Turner und andern Freunden kräftigst unterstützt im Frühjahre 1825 meine Übersetzung des Grundrisses von Friedrich Mohs, nun in vermehrtem und verbessertem Zustande herausgeben konnte, wofür ich dem edlen Gastfreunde stets zu innigstem Danke verpflichtet sein werde.

Die Sammlung war auch in Herrn Greg's Hause in wissenschaftlicher Beziehung nicht verwaist, Herr R. P. Greg vermehrte sie mit den schönsten neuen Ergebnissen, mit grösstem Geschmack, eingehender Kenntniß und der Anwendung namhafter Baarbeträge wie ja in Großbritannien stets ausgezeichnete Exemplare ihre willigen wohlhabenden Käufer finden.

Wir verdanken ihm, theils selbst, theils im Vereine mit Herrn W. G. Lettsom mehrere mineralogische wissenschaftliche Bereicherungen. Die Sammlung selbst wurde später von dem britischen Museum erworben. Aber sie hatte auch eine gewisse Anzahl von Meteoriten enthalten. Herr Greg widmete in letzter Zeit diesen seine vorwaltende Aufmerksamkeit. Ein höchst wichtiges Werk war sein umfassendes „Essay on Meteorites“, welches in dem Philosophical Magazine für November und December bereits 1854 erschien, und das ich mit späteren handschriftlichen Noten versehen seinem freundlichen Wohlwollen seit 27. Juni 1859 verdanke. Billig konnte er, nachdem er der Mittheilungen von Partsch und Shepard gedacht, damals sagen: „Ich kenne kein einigermaaßen annähernd vollständiges oder durch Kürze übersichtliches Verzeichniß von Fall-Erscheinungen dieser Körper [1])“. So veröffentlichte er dann nebst einer wissenschaftlichen und statistischen Einleitung das erste Verzeichniß mit 254 Stein-, und 87 Eisenmeteoriten, die sich bis 1859 auf 267 und 92 erweiterten, mit noch einem Anhang von gegen 40 zweifelten. Später 1860 in dem Report der British Association erschien von ihm ein noch viel reichhaltigeres Verzeichniß von Meteoriten und

[1]) I am ignorant of anything approaching a complete or compendious catalogue of the falls of these bodies.

Meteoren von A. D. 2 bis A. D. 1860 [1]). Die umfassende mühevolle Arbeit gab aber dem beharrlichen Forscher, als Zugabe zu den wissenschaftlichen und statistischen Ergebnissen zur Theorie der Meteoriten und Meteoren, auch reiche Anregung zur Aufsammlung von Gegenständen zur Erweiterung seiner Sammlung, deren bereits Buchner mit 191 Nummern gedachte, und welche nun in den Besitz des Museums der geologischen Landesaufnahme von Indien in Calcutta übergegangen ist.

So umfassend diese Mittheilungen waren, ein Theil derselben nahe der Zeit, wo ich erst den Gegenstand näher in das Auge zu fassen begann, so veranlaßte doch gleichzeitig eben die große Zahl der einzelnen Thatsachen, daß sie möglichst compendiös gegeben werden mußten, und man also leicht hin und wieder an die Zweifel und Unbestimmtheiten gerieht, welche zum Theil noch jetzt nicht überwunden sind.

„Was weiß man von den Meteoriten?“ war eigentlich die leitende Frage, die sich mir vielfach neu darbot, von der es mir aber nicht möglich schien, mir selbst in ähnlich umfassender Weise einfach und gründlich Rechnung zu legen. Durch einige frühere Mittheilungen noch vor der Gründung unserer Akademie, den Meteoreisen-Fund (17. April 1844) von Arva, und die Analysen des Eisens und des Schreibersits von Löwe und Patera, dann die autotypen Abdrücke von Meteoreisen in meinem Handbuche der bestimmenden Mineralogie 1845, dann die Betrachtungen über die Structur des Eisens von dem Falle am 14. Juli 1847 bei Braunau, verglichen mit der Structur manches aus dem früheren faserigen Zustande in den krystallinischen übergetreten, das Freiherr v. Augustin, mitgetheilt, und über welche ich nebst einem andern von Herrn Prof. Prestel in Emden erhaltenen während einer unserer Sitzungen am 8. März 1855 berichtete, war auch mir der Gegenstand näher gelegt worden.

Aber nach dem Stande meiner Studien wagte ich es nicht, gleich das große Ganze der Theorie zu umfassen, dagegen schien es mir sehr wünschenswerth, einzelne Thatsachen festzuhalten, welche eine festere Grundlage für allgemeine Ansichten geben müßten, als die zahlreichsten statistischen Schlüsse aus mehr oder weniger unvoll-

[1]) A Catalogue of Meteorites and Fireballs from A. D. 2 to A. D. 1860. By R. P. Greg, Esq., F. G. S. — From the Reports of the British Association for the Advancement of Science for 1860.

kommenen Daten, in welchen wir nur zu oft sehen, wie eine vorgefaßte Ansicht selbst die Beobachtung verschleiert.

Erst am 14. März 1861 versuchte ich ein Bild aus den Ansichten darzustellen, welche durch die Thatsachen, welche mir bis dahin neu gewonnen vorlagen, begründet erscheinen konnte. Läßt auch dieses noch viele Lücken übrig, so bestrebte ich mich doch auch später eines und das andere weiter auszubilden, stets auf der Grundlage der Vermehrung und genaueren Beschreibung des Inhaltes der Sammlung des k. k. Hof-Mineraliencabinets vorgehend.

Aber wie dies schon aus Dr. Buchner's Werk aus dem Jahre 1863 sich entnehmen läßt, so erweiterten sich viele der bestehenden Sammlungen, namentlich die leitenden bedeutend, andere entstanden, so wie die Universitätssammlung in Göttingen aus der früheren Privatsammlung unseres hochverdienten Obermedicinalrathes Wöhler.

Aber vor Allem erheischt hohe Anerkennung die Meteoritensammlung des britischen Museums in London, unter der kräftigen Leitung ihres Directors Herrn Nevil Story Maskelyne. Von der oben erwähnten Anfangszahl 75, gleichzeitig mit unsern 137 hob sie sich nicht nur bis zu dem letzten mir vorliegenden Verzeichnisse, ich bedauere, daß es selbst ein so altes ist, vom 1. August 1863, wie Herr Maskelyne es am 24. November des Jahres an das k. k. Hof-Mineraliencabinet mittheilte mit 220 Nummern, sondern es ist auch die Ausgiebigkeit zu bewundern, mit welchen die Mehrzahl der neueren Erwerbungen vertreten sind, zum Theil in riesigen Exemplaren. Es ist dies ein Ausdruck der Macht und des Einflusses Großbritanniens nach allen Richtungen seiner Colonialbesitzungen, aber auch des Eifers des Directors und der sehr namhaften Baarmittel, welche demselben zur Verfügung gestellt werden. Die Sammlung hat sich seitdem noch sehr ansehnlich vermehrt. Herr Maskelyne hat übrigens auch durch wissenschaftliche Mittheilungen über das Neue was der Sammlung eingereiht wurde, sich wahres Verdienst erworben.

Mit wahrer Freude erhielt ich vor wenigen Tagen durch meinen hochverehrten Freund, Herrn Director Hörnes mitgetheilt, das reiche Verzeichniß der Meteoriten in dem Museum der geologischen Landesaufnahme von Indien in Calcutta durch die Sorgfalt des Directors derselben Dr. Thomas Oldham gebildet und namentlich durch den Ankauf der von Herrn Greg ursprünglich, zum Theil aus ziemlich kleinen Exemplaren begonnenen, und dann bis zum Februar

1865 zu einer Anzahl von 224 Nummern vermehrten Sammlung bestehend, während auch früher schon Mehreres vorhanden war. Gegenwärtig verzeichnet Herr Dr. Oldham am 27. Mai 1867 nicht weniger als 146 Stein- und 92 Eisen-, zusammen 238 Meteoriten. Mit inniger Befriedigung nennt er sie, „so weit als Zahl und Verschiedenheit geht, als vielleicht die erste auf der Welt [1]". Ich darf wohl diese Veranlassung benützen, um dem hochgeehrten Freunde meinen innigsten Dank darzubringen, für die wahrhaft zuvorkommende Weise, in welcher bereits er unseren ersten Eröffnungen nicht nur selbst entgegen kam, sondern sie auch erfolgreichst bei der asiatischen Gesellschaft von Bengalen unterstützte, sowie für die wissenschaftlicheu Mittheilungen, welche ich mehrfach mit Freuden der hochverehrten Classe vorlegen konnte.

Einen grossen, hocherfreulichen Aufschwung nahm Paris, in dem Muséum d'Histoire naturelle durch den vielseitig energischen Forscher Herrn A. Daubrée. Während das letzte uns vorliegende Verzeichniß vom 15. December 1864 103 Stein-, 57 Eisen-, zusammen 160 Meteoriten umfaßte, ist seitdem wieder Vieles zugewachsen, und der verdienstvolle Director dieser Sammlung hat nicht verfehlt, jeden neuen Erwerbungen an Material auch durch wissenschaftliche Berichte, ihren Platz in dem Fortschritt unserer Kenntniß zu sichern, und durch selbst gepflogene und vermittelte synthetische und analytische Arbeiten zu beleuchten.

Oben erwähnte ich der von meinem hochverehrten Freunde Wöhler freundlichst gegebenen Mittheilungen. Auch er hatte als Ergebniß langjähriger Theilnahme in Studien und Arbeiten eine Sammlung gebildet, und diese ist es, welche später in den Besitz der Universität Göttingen überging, am 12. December 1863, und zwar schon Tourinnes-la-Grosse enthaltend, 133 Nummern.

Gewiß haben Shepard und Reichenbach längst die verzeichneten Nummern von 200 am 20. Juli 1864, und von 176 bei Buchner 1863 überschritten, sowie wir ihnen auch vielfache wissenschaftliche Belehrung verdanken.

Wenn ich hier der Ziffern (109 Stein-, und 72 Eisen-), zusammen 181 Meteoriten gedenke, zu welcher die Meteoritensammlung

[1]) So far as the number and variety of its specimens are concerned, stands perhaps first in the world. Catalogue S. 7.



des mineralogischen Museums in Berlin bis zum Jahre 1864 angewachsen war — ich verdanke mein Exemplar des Berichtes meines hochverehrten Freundes Gustav Rose dem hochverdienten Verfasser als freundliches Geschenk am 24. December 1864 — so darf ich dies wohl nicht, ohne demselben meinen treuesten Dank und hohe Anerkennung darzubringen, für die vielen genauen Nachweisungen, Thatsachen in Bezug auf die von mir oben erwähnte Frage: „Was weiß man von den Meteoriten?" Hier ist sehr Vieles genau beantwortet, während eines langen arbeitsamen wissenschaftlichen Lebens, Vieles von ihm zuerst der Natur entsprechend dargestellt.

Man wird es wohl entschuldigen, wenn ich in dieser raschen Übersicht, die ja doch nur auf den Fortschritt in der Ausdehnung der Meteoritensammlungen sich bezieht, so Manches, das doch auch den Gegenstand begleitet, nicht ausführlicher darstelle. Doch möchte ich noch Eine Betrachtung anschließen, und das ist die, daß mehrere Sammlungen, von Individuen begonnen, wenn sie von diesen in ihrem Fortschritte der Natur der Sache entsprechend, zu viele Opfer forderten, an Wissenschaft fördernde Staatsverwaltungen zur Vermehrung öffentlicher Sammlungen und Museen übergingen. Es ist dies ein ganz natürliches Verhältniß, jedes einzelne Beispiel ein Ehrendenkmal für die leitenden Behörden, während man leider nur zu oft an Ereignisse erinnert wird, in welchen die Geringschätzung der Wissenschaft sich als leitender Grundsatz darstellt.

Ein Ereigniß vor Allem war es, welches meinen hochverehrten Freund Herrn Director Hörnes und mich bewog, gegenwärtig einen Abschluß durch ein Verzeichniß vorzubereiten, der Meteorsteinfall von Knyahinya, über welchen ich unter andern am verflossenen 11. October 1866 eine Zusammenstellung der wichtigsten Thatsachen gab, welche ich im Verlaufe des verflossenen Sommers aufzusammeln vermochte. Durch die besondere Gnade Seiner k. k. Apostolischen Majestät ist das wichtigste der herabgefallenen Exemplare, wie es in merkwürdigster Weise im Herabfallen in zwei nahe gleichgroße Stücke zerschellte, für unsere classische Meteoritensammlung des k. k. Hof-Mineraliencabinets zur Aufbewahrung gewonnen.

So Günstiges ereignet sich so bald nicht wieder!

Ich darf meine Freude über diese Thatsache eben so lebhaft aussprechen, als es bedauert werden muß, dass es nicht gelingen

konnte, die ersten Zeiten nach dem Falle zu benützen, um eine Mehrzahl der damals noch leicht zu erwerbenden zahlreichen Steine für vergleichende Studien und Formen günstiger Verwendung aufzusammeln. Wir haben eine allzu schwierige Periode nach vielen Richtungen durchlebt.

Glänzend erscheinen uns noch die Zeiten am Beginne unserer Theilnahme an dem neuen Aufschwunge. Die Meteoritensammlung weit voraus an der Spitze sämmtlicher Sammlungen dieser Art über die ganze Erde. Fleißige Aufsuchung der Quellen, unterstützt durch ziemlich bescheidene zur Verfügung stehende Baarmittel bringen uns doch rasch vorwärts. Wir hatten gleichzeitig den Wunsch wissenschaftlichen Fortschrittes und der Vermehrung der Sammlung eingesetzt. Aber der Wetteifer des Fortschrittes gebietet anderwärts über günstigere Verhältnisse des Einflusses sowohl, als auch der Baarmittel, welche vielfach die unseren überstiegen. Der empfindlichste Schlag hatte unsere Interessen erst kürzlich getroffen. Die näheren Verhältnisse sind den hochverehrten Herren Collegen zu bekannt, als daß ich sie hier noch ausführlich erörtern sollte. Aber bei dem besten Willen läßt sich nun nur ein ganz bescheidener langsamer Fortschritt erwarten.

Wohl hat Freiherr von Beust im Abgeordnetenhause am 4. Juni, im Herrenhause am 5. Juni das Wort gesprochen: „Nicht rückwärts, sondern vorwärts", und Fürst Auersperg, Präsident des letzteren, hat es mit Nachdruck wiederholt. Aber die Einwirkung der besten, hoffnungsvollsten Grundsätze dringt so oft nur langsam in das Leben ein! Und so hoffen denn auch wir auf „Besseres"! auf das „Vorwärts." Und in der That schienen wirklich in der neuesten Zeit die Aussichten wenigstens doch einigermaßen versprechend wieder in Klärung begriffen.

Chemische Untersuchung des fetten Maisöls.

Von Heinrich Allemann.

In neuerer Zeit wird das Maiskorn vielfach zur Erzeugung von Alkohol verwendet. Da erscheint während der Gährung der Maische auf ihrer Oberfläche eine Schichte gelben fetten Öles, welches abgenommen gleich Olivenöl genossen wird.

Eine von Prof. Dr. Reitlechner an der landwirthschaftlichen Akademie zu Ungarisch-Altenburg eingeschickte Probe unterzog ich im Laboratorium des Herrn Prof. Redtenbacher einer genaueren Analyse.

Das untersuchte Öl besitzt eine gesättigt rothgelbe Farbe, hat Consistenz und Geruch des gewöhnlichen Olivenöls und ist von süßlichem Geschmack. An der Luft erleidet es nur langsam eine Veränderung und gesteht nicht leicht in der Kälte.

Für die Untersuchung der in dem Öle enthaltenen fetten Säuren wurden ungefähr zwei Pfunde desselben mit Kalilauge zu einem dünnen, klaren Seifenleim gekocht. Die gebildete Seife wurde mit Salzsäure zerlegt und die ausgeschiedenen fetten Säuren durch Digeriren mit Bleiglätte und Wasser in ein Bleipflaster verwandelt, in der salzsauren Mutterlauge aber die Gegenwart von Glycerin nachgewiesen. Aus dem Bleipflaster wurde das ölsaure Bleioxyd mit Äther ausgezogen und die ätherische Lösung mit verdünnter Salzsäure zerlegt; die Ölsäure, die dadurch frei gemacht wurde und in dem Äther gelöst blieb, zeigte eine gelbbraune Farbe, die theils durch die an der Luft entstandenen Oxydationsproducte, theils durch den Farbstoff des Öles bedingt war. Nach dem Verdunsten des Äthers wurde die Ölsäure mit überschüßigem Ammoniak verseift und die Seife kochend heiß mit Chlorbarium zersetzt; der gefällte ölsaure Baryt war von schmutzigweißer Farbe und zäher Consistenz; er wurde mit Wasser gewaschen, im Vacuum über Schwefelsäure getrocknet und endlich nach Gottlieb's Angabe wiederholt mit mittelstarkem Alkohol gekocht; er schmolz zu einer zähflüssigen, durchscheinenden Masse, von welcher die heiße Flüssigkeit abfiltrirt

wurde. Diese ließ beim Erkalten ein weißes lockeres Krystallpulver fallen, das aus Alkohol umkrystallisirt und im Vacuum getrocknet wurde. Seine äußern Eigenschaften sowohl, als die Zusammensetzung gaben es als reinen ölsauren Baryt zu erkennen, wie aus folgenden Resultaten erhellt.

1. 0·2798 Grm. hinterließen beim Glühen 0·0799 kohlensauren Baryt = 0·062 Baryt = 22·15% Baryt.
2. 0·391 Grm. hinterließen 0·1093 Grm. kohlensauren Baryt = 0·0848 Baryt = 21·68% Baryt.
3. 0·1946 Grm. gaben mit chromsaurem Bleioxyd verbrannt 0·4394 Kohlensäure und 0·1664 Wasser.
4. 0·305 Grm. gaben mit chromsaurem Bleioxyd verbrannt 0·686 Kohlensäure und 0·2605 Wasser.

Aus diesen Zahlen ergibt sich folgende procentisehe Zusammensetzung:

	Äquivalent		In 100 Theilen: Berechnet	Gefunden 1.	Gefunden 2.
Kohlenstoff . .	18	216	61·79	61·56	61·32
Wasserstoff . .	33	33	9·44	9·50	9·49
Sauerstoff . . .	2	32	9·16	9·11	9·78
Barium	1	68·5	19·61	19·83	19·41
Ölsaurer Baryt . . .		349·5	100·00	100·00	100·00

Die vom ölsauren Bleioxyd getrennten Bleisalze der festen fetten Säuren wurden mit verdünnter Salzsäure zerlegt. Die ausgeschiedenen Säuren, welche von anhängender Ölsäure gelblich gefärbt waren und eine schmierige Consistenz zeigten, wurden behufs Entfernung der Ölsäure zwischen Filtrirpapier gepreßt. Nach wiederholtem Pressen wurden die Säuren immer weißer und consistenter. Um sie von jeder Spur Ölsäure zu befreien wurden sie in kochendem Alkohol gelöst und nachdem sie aus der erkalteten Lösung herauskrystallisirt, nochmals gepreßt.

Das so gereinigte Säurengemisch zeigte einen zwischen 59° und 60° C. liegenden Schmelzpunkt. Um aus diesem Gemenge die einzelnen Säuren abzuscheiden, wurde es in kochendem Alkohol gelöst und der aus der erkalteten Lösung zuerst auskrystallisirende Theil von dem später sich ausscheidenden getrennt. Der erstere hatte den Schmelzpunkt 63°, der letztere den Schmelzpunkt 58°.

Zur vollständigen Trennung der Säuren wurde auf jeden dieser Theile die von Heintz angegebene Methode der partiellen Fällung in Anwendung gebracht. Es wurde demnach die alkoholische Lösung jeder Partie mit einer zur völligen Zerlegung unzureichenden Menge von in Alkohol gelöster essigsaurer Magnesia gefällt. Mit den von den Niederschlägen abfiltrirten Lösungen wurde diese Behandlung so oft wiederholt, als überhaupt noch ein merklicher Niederschlag entstand. Die aus jedem Niederschlage mittelst Salzsäure abgeschiedene und gereinigte Säure wurde auf ihren Schmelzpunkt geprüft. Da die Schmelzpunkte der so gewonnenen Säuren noch zwischen 55° und 65° schwankten, so wurden sie der partiellen Fällung wieder so oft unterworfen, bis die aus den zuerst und aus den zuletzt gefällten Magnesia-Salzen abgeschiedenen Säuren denselben Schmelzpunkt zeigten.

Es gelang so, zwei Reihen von Säuren zu erhalten, bezüglich der Übereinstimmung der Schmelzpunkte. Der Schmelzpunkt der einen lag zwischen 69° und 70°, der der anderen bei 62°. Beide hatten ein glänzend krystallinisches Ansehen, während ihre früheren Gemenge milchig-matt waren.

Die Identität dieser Säuren mit der Stearin- und Palmitinsäure wurde bestätigt durch die Elementaranalyse. Die Verbrennungen wurden mit Kupferoxyd so ausgeführt, daß zuletzt ein Strom von Sauerstoffgas durch die Verbrennungsröhre geleitet wurde.

Stearinsäure.

a) Säuren vom Schmelzpunkte 69—70°.

1.	0·2966 Grm.	gaben	0·823	Kohlensäure	und	0·3414	Wasser.
2.	0·318	„	0·886	„	„	0·367	„
3.	0·4055	„	1·134	„	„	0·4654	„
4.	0·352	„	0·9788	„	„	0·4055	„

Aus diesen Daten berechnet sich folgende procentische Zusammensetzung:

	Äquivalent		Berechnet	Gefunden 1.	2.	3.	4.
Kohlenstoff	18	216	76·06	75·66	75·98	76·30	75·84
Wasserstoff	36	36	12·68	12·78	12·79	12·75	12·80
Sauerstoff	2	32	11·26	11·56	11·23	10·95	11·36
Stearinsäure		284	100·00	100·00	100·00	100·00	100·00

Palmitinsäure.

b) Säuren vom Schmelzpunkte 62°.

1. 0·448 Grm. gaben 1·231 Kohlensäure und 0·510 Wasser.
2. 0·302 „ „ 0·8287 „ „ 0·3427 „
3. 0·2875 „ „ 0·7885 „ „ 0·328 „

Daraus ergibt sich für 100 Theile:

	Äquivalent		Berechnet	Gefunden 1.	2.	3.
Kohlenstoff . .	16	192	75·00	74·93	74·83	74·79
Wasserstoff .	32	32	12·50	12·65	12·61	12·67
Sauerstoff . .	2	32	12·50	12·42	12·56	12·54
Palmitinsäure . . .		256	100·00	100·00	100·00	100·00

Das Maisöl enthält also mit Olivenöl dieselbe Ölsäure, Palmitin- und auch Stearinsäure.

Über die physiologische Wirkung einiger Opium-Alkaloide.

Von Dr. **Woldemar Baxt** aus St. Petersburg.

(Aus dem physiologischen Institute der Wiener Universität.)

Ich hatte es mir zur Aufgabe gemacht, die physiologische Wirkung der einzelnen Opium-Alkaloide eingehender zu prüfen.

Da für jetzt eine längere Unterbrechung in meiner Arbeit eintreten muß, so sehe ich mich veranlaßt, einzelne Resultate, zu welchen ich bis jetzt gelangt bin, der Öffentlichkeit zu übergeben.

Thebain von Merck in Darmstadt bezogen, wurde durch concentrirte Schwefelsäure roth gefärbt; — concentrirte Salpetersäure bewirkte eine gelbe Lösung, die auf Zusatz eines Alkalis eine flüchtige Base entwickelte — Lakmuspapier, in einer geschlossenen Schale, darauf gelegt, färbte sich blau.

Einem mittelgroßen Frosche wird etwa $^{3}/_{4}$ Mgr. Thebain, in Wasser mit kleinem Zusatze von Salzsäure gelöst, mittelst einer Prawatz'schen Spritze injicirt. Unmittelbar darauf scheint der Frosch sehr aufgeregt, macht sehr heftige Sprünge, was etwa $^{1}/_{2}$—1 Minute dauert, dann zeigt er sich wieder beruhigt, und nach 3—6 Minuten wird das Thier comatös; mit einiger Schonung auf den Rücken gelegt, behält er diese Lage sehr lange, bis er durch irgend äußere Reize aus derselben erwacht und sich umdreht. Diesen comatösen Zustand behält er 12—18 Minuten, während welcher Zeit er auf schwache Reize, durch welche er nicht erweckt wird, gar nicht reagirt, auf stärkere antwortet er mit heftigen, aber einfachen Zuckungen.

Nun aber treten Erscheinungen, gleich einer Strychninvergiftung ein. Die leiseste Berührung des Körpers, besonders an den Beugeseiten der Schenkel, an den Zehen, Brust und Kinn genügt, um heftige tetanische Contractionen von längerer oder kürzerer Dauer hervorzurufen. Bei öfterer Wiederholung derartiger Reizung an dem Thiere, nehmen die Reactionen desselben an Intensität ab, indem sie

vom Tetanus allmälig in eine einfache Zuckung übergehen. Dieser Zustand dauert etwa 2—4 Minuten, worauf dann spontane tetanische Krämpfe von ziemlich langer Dauer mit sehr kurzen Pausen eintreten, wobei die extreme Erregbarkeit immer fortdauert; leise Berührung während der Pausen ruft immer neuen Tetanus hervor. In diesem Zustande verbleibt das Thier 1—2 Stunden, worauf dann der spontane Tetanus immer seltener wird, bis er endlich, etwa nach 3—4 Stunden, ganz ausbleibt, während die extreme Erregbarkeit noch immer dieselbe ist. Nach 5—8 Stunden hört auch diese Erregbarkeit auf, das Thier reagirt auf Berührung, wenn auch etwas lebhafter als sonst, aber immer mit einfachen Contractionen. Ich nahm oft Gelegenheit, Thiere nach derartigen Versuchen am andern Tage derselben Wirkung zu unterwerfen, wobei ich dieselben Erscheinungen in derselben Reihenfolge beobachten konnte. So gelang es mir oft an einem und demselben Thiere dieselbe Symptomenreihe bei täglicher Wiederholung der Injectionen 3—4mal zu beobachten.

Die 3—6fache Menge Thebain's einem Frosche injicirt, ruft zwar dieselbe Symptomenreihe, aber in viel rascherer Aufeinanderfolge hervor.

Schon nach 3—6 Minuten bewirkt die leiseste Berührung tetanische Krämpfe, die sich auch alsbald spontan einstellen und nachdem das Thier in diesem Zustande 2—6 Stunden zugebracht hat, bleibt es todt liegen.

Öffnet man dann die Brusthöhle, so sieht man das Herz oft noch stundenlang pulsiren, wobei die Intensität der Zusammenziehungen allmälig abnimmt, bis sie dann ganz erlöschen. Die Todtenstarre tritt sehr bald am ganzen Körper ein, ganz so, wie nach Strychninvergiftung.

Um die Analogie der Thebainwirkung mit der des Strychnins noch bestimmter zu constatiren, und dann auch das Verhältniß der Intensität bei beiden zu bestimmen, suchte ich mittelst des Strychnins zu einer ganz identischen Symptomenreihe, wie die eben beschriebene, zu gelangen.

Dieß erreichte ich durch allmäliges Verdünnen einer Strychninlösung bis ich endlich eine solche bekam [$\frac{1}{3000}$], die ohne das Thier tödtlich zu vergiften, dieselbe Symptomenreihe, wie die beim Thebain beobachtete, hervorrief. Nachdem das Thier bei einer solchen Strychninvergiftung 5—8 Stunden im Tetanus gelegen hat, erholt es sich dann, und bleibt tagelang wohlerhalten.

Kaninchen wurde auch subcutan Thebain injicirt. 6—7 Millgr. genügten, um nach 15—25 Minuten heftigen Tetanus hervorzurufen, der etwa 12—20 Minuten anhält, worauf das Thier stirbt. Zweimal sah ich auch Kaninchen diesen Tetanus überleben.

Meerschweinchen brauchen, um die analogen Erscheinungen hervorzurufen, dieselbe Dosis, obwohl sie kleiner sind.

Meerschweinchen behalten ihren aufgeregten Zustand noch tagelang nach der Vergiftung. Ein Meerschweinchen, dem oftmals im Laufe dreier Wochen Thebain injicirt wurde, zeigte bald große Quadeln um die Stichstelle unter der Haut, die später in eine Wunde übergingen, mit einem Schorf bedeckt. Obwohl das Meerschweinchen einmal tetanische Krämpfe hatte, die eine halbe Stunde anhielten, so erholte es sich vollständig.

Von den anderweitigen Erscheinungen der Thebainvergiftung ist noch das Verhalten der Pupille zu notiren, die bei Fröschen nach den ersten 10 Minuten sich verkleinert zeigt, 5 Minuten später sich wieder vergrößert um dann wieder nach 1—2 Stunden sich noch merklicher zu verkleinern. Am Herzschlage konnte ich immer eine sichtliche Zunahme der Frequenz beobachten.

Papaverin von Merck in Darmstadt bezogen, färbte sich unter concentrirter Schwefelsäure tiefblau; mit verdünnter Schwefelsäure und Braunstein aufgekocht scheidete es braune Flocken ab, die sich unter dem Mikroskop als krystallinisch erwiesen. Diese abgesetzten Flocken lösten sich wieder in Wasser, aus welcher Lösung sie wieder durch Schwefelsäure gefällt wurden. Papaverin zeigt ein ganz anderes Bild der Vergiftung, als Thebain. Seine Wirkung ist eine hauptsächlich schlafmachende. Etwa 1 Milligr. in Wasser mit Zusatz von Salzsäure gelöst, genügt, einen Frosch nach der ersten Minute in Schlaf zu versetzen, der nach 5 Minuten so stark wird, daß man den Frosch auf alle mögliche Weise herumbewegen kann, natürlich nur mit einiger Schonung, ohne daß er im mindesten darauf reagirt, während Athmung und Herzschlag und das ganze Aussehen des Thieres ganz normal erscheinen.

Dieser Zustand dauert sehr lange, sogar am zweiten, dritten Tag zeigen sich die Frösche noch immer schläfrig, indem sie mit einiger Vorsicht auf den Rücken gewendet, diese Lage behalten.

Ich untersuchte auch die Wirkung des Papaverins auf Frösche, die mit Strychnin oder Thebain vergiftet waren. Es stellte sich

heraus, wie es zu vermuthen war, daß ebenso mit Strychnin als mit Thebain vergiftete Frösche, wenn dieselben unmittelbar vor dem Eintreten des Tetanus mit Papaverin injicirt werden, der Tetanus sehr schwach oder gar nicht eintritt und höchstens 10 Minuten andauert. Ebenso an den im heftigsten Tetanus nach Strychnin oder Thebain begriffene Frösche, wenn ihnen Papaverin injicirt wird, sah ich alle Tetanuserscheinungen sich alsbald vermindern und in sehr kurzer Zeit darauf ganz verschwinden. Es sind dies Erscheinungen, welche zu Versuchen an Menschen auffordern, da dieselben wichtige praktische Folgen haben können.

Bei den wenigen Versuchen an Kanincben und Meerschweinchen, die ich mit Papaverin angestellt habe, konnte ich dieselbe schlafmachende Wirkung beobachten, nur gehört dazu eine bedeutend größere Dosis.

Übrigens sind meine Versuche an Säugethieren an Zahl noch niedrig.

Porphyroscin von Merck in Darmstadt bezogen, färbte sich durch salpetrige Schwefelsäure dunkelbraun, beim Kochen mit verdünnter Schwefelsäure wurde es schön rosenroth gefärbt und auf Zusatz von Alkali scheidete es sich wieder farblos ab.

Das Porphyroscin scheint in seiner Wirkung in der Mitte zwischen Thebain und Papaverin zu stehen. In kleiner Dosis etwa 1—1 $^{1}/_{2}$ Milligr. ist seine Wirkung eine vorherrschend narkotische.

Das Aussehen des Frosches nach der Vergiftung ist nahezu dasselbe, wie beim Papaverin. Dagegen erscheint das Thier nach dem Erwachen viel aufgeregter als beim letzteren und diese Aufgeregtheit behält es oft tagelang.

In größerer Dosis dagegen (3—6mal so viel) bietet es annähernd ähnliche Erscheinungen, wie die beim Thebain beobachteten, nur ist der Tetanus geringer.

Normale fünftägige Wärmemittel für 80 Stationen in Österreich, bezogen auf den Zeitraum 1848—1865.

Von dem w. M. Director K. Jelinek.

Zur Untersuchung nicht periodischer Änderungen der Witterungsverhältnisse reichen bekanntlich Monatmittel, auf deren Mittheilung man sich von Seite vieler Meteorologen beschränkt, nicht aus, da in dem langen Zeitraume eines Monats rascher vorübergehende Störungen verwischt werden und im Mittel nicht zum Ausdrucke gelangen. Es ist daher zur Betrachtung solcher Verhältnisse unerläßlich, zu kürzeren Zeiträumen herabzusteigen, in denen sich der Gegensatz der Witterungsverhältnisse noch scharf ausspricht. Als solche kürzere Zeitabschnitte sind in großartigem Maaßstabe von Dove die zuerst von Öfverbom bei Berechnung der 50jährigen Beobachtungen von Stockholm 1758—1807 benützten Pentaden in die Meteorologie eingeführt worden und bilden dieselben eine wesentliche Grundlage der Untersuchungen des berühmten Meteorologen [1]).

---

[1]) Da die bezüglichen Arbeiten in verschiedenen Schriften zerstreut sich vorfinden, so erlaube ich mir kurz darauf hinzuweisen:

Dove über die nicht periodischen Änderungen der Temperatur-Vertheilung auf der Oberfläche der Erde in dem Zeitraume von 1782—1839, II. Theil, Berlin 1841 (enthält S. 88 fünftägige Wärmemittel für acht Stationen in Europa).

Dove, Tafel der mittleren Temperaturen verschiedener Orte in Réaumur'schen Graden. In den Abhandlungen der k. preuß. Akad. d. Wiss. 1846 (enthält S. 229 die fünftägigen Normalmittel für 26 Stationen, wobei die zu Grunde gelegten Beobachtungen zwischen 9 bis 110 Jahre umfassen).

Dove, Bericht über die in den Jahren 1848 und 1849 auf den Stationen des meteorologischen Institutes im preußischen Staate angestellten Beobachtungen. Berlin 1851. (Enthält auf S. 96 die mehrjährigen Mittel für 7 Stationen, auf S. 90—92 die fünftägigen Wärmemittel des Jahres 1848 für 28, auf S. 93—95 jene des Jahres 1849 für 30 preußische Stationen.)

Der Werth der Arbeiten Dove's beruht nicht zum geringen Theile in der Ausdehnung derselben über einen großen Theil der Erdoberfläche und in dem Zusammenfassen gleichzeitiger Witterungszustände über einem grösseren Territorium.

Ich habe daher keine nutzlose Arbeit zu unternehmen geglaubt, indem ich die fünftägigen Wärmemittel der österreichischen Stationen

---

Dove, Darstellung der Wärme-Erscheinungen durch fünftägige Mittel von 1782 bis 1855 mit besonderer Berücksichtigung strenger Winter. Aus den Abhandlungen der k. preuß. Akad. d. Wiss. zu Berlin 1854. Berlin 1856. (Enthält S. 1—42 die fünftägigen Wärmemittel vieler Jahre für 23 Stationen, und S. 43—90 die Abweichungen derselben von den Normalwerthen, auf Seite 91—93 die Normalwerthe für 43 Stationen, auf S. 94—95 die Normalwerthe bezogen auf 1848 - 1853 für 28 preußische Stationen, und S. 96 bis 111 die Abweichungen derselben für die Jahre 1848—1855.)

Tabellen und amtliche Nachrichten über den preußischen Staat. Ergebnisse der in den Jahren 1848—1857 angestellten Beobachtungen des meteorologischen Institutes von H. W. Dove. Berlin 1858. (Enthält Normalwerthe für zwölf Stationen auf S. 1, Normalwerthe für 28 preußische Stationen 1848—1853 auf S. 2—3, für 31 preußische Stationen 1848—1857 auf S. 128—129, die fünftägigen Wärmemittel der preußischen Stationen mit dem Jahre 1850 und einer Zahl von 38 Stationen beginnend und bis zum Jahre 1857 bei einer Zahl von 66 Stationen reichend S. 21 u. f., S. 118 u. f.; endlich die Abweichungen längerer Beobachtungsreihen für 7 preußische Stationen auf S. 41—55, die Abweichungen für die Jahre 1848—1855 auf S. 4—19 und für die Jahre 1856 und 1857 auf S. 130—133.)

Übersichten der Witterung im nördlichen Deutschland nach den Beobachtungen des meteorologischen Institutes zu Berlin. Jahrgänge 1855—1860.

Preußische Statistik VI. Heft. Witterungs-Erscheinungen des nördlichen Deutschlands im Zeitraume von 1858—1863, von H. W. Dove. Berlin 1864. (Enthält auf S. 18 und 19 die Normalmittel für 38 preußische Stationen, bezogen auf die Periode 1848—1861, S. 20—33 die Abweichungen der fünftägigen Wärmemittel der Jahre 1848—1863, auf S. 39—56 die fünftägigen Wärmemittel für 71—77 Stationen des preußischen Beobachtungssystems in den Jahren 1861—1863.)

E. Behm, Geographisches Jahrbuch I. Band, 1866 (enthält S. 301—337 die normalen fünftägigen Mittel für 109 Stationen; die zu Grunde gelegten Beobachtungen umfassen 8 bis 110 Jahre).

Preußische Statistik XII. Heft. Monatliche Mittel der Jahrgänge 1864, 1865, 1866 für Druck, Temperatur, Feuchtigkeit und Niederschläge und fünftägige Wärmemittel sämmtlicher mit dem meteorologischen Institute zu Berlin vereinigten deutschen Stationen, veröffentlicht von H. W. Dove. Berlin 1867. (Enthält auf S. 54—81 die fünftägigen Wärmemittel der Jahrgänge 1864, 1865 und 1866 für 94, beziehungsweise 96 und 115 Stationen).

zuerst für die Jahre 1848—1863 und hierauf in weiterer Ausdehnung für 1848—1865 zusammenstellte und daraus Normalwerthe bezogen auf eine und dieselbe Periode ableitete. Als Periode, auf welche alle Normalwerthe mittelst der in der Meteorologie schon lange eingeführten Methode der Differenzen bezogen wurden, nahm ich zunächst die 16 Jahre 1848—1863 an. Die bezüglichen Arbeiten wurden bereits im Jahre 1864 begonnen, allein der große Umfang derselben, die nothwendige Revision u. s. f. brachte es mit sich, daß dieselben erst jetzt dem Abschluße nahe geführt wurden. Zu gleicher Zeit wurde diese Arbeit für die Jahre 1864 und 1865 fortgesetzt und das Endergebniß derselben, bestehend in den normalen fünftägigen Wärmemitteln für 80 Stationen bezogen auf die 18jährige Periode 1848—1865 ist es, welches ich heute der kais. Akademie der Wissenschaften vorzulegen die Ehre habe.

Wie aus der nachfolgenden Zusammenstellung hervorgeht, sind zu dieser Berechnung 938 Jahrgänge oder 68506 fünftägige Mittel oder 342765 [1]) Tagesmittel verwendet worden. In der größeren Arbeit, welche ich über die Darstellung der Witterungsverhältnisse der Jahre 1848—1863 durch fünftägige Wärmemittel zu veröffentlichen vorhabe, wurden noch weitere 11 Stationen [2]) mit 116 Jahrgängen oder 8504 Pentaden oder 42548 Tagesmitteln aufgenommen, so daß die gesammte Arbeit sich über 1054 Jahrgänge oder 77010 Pentaden oder 385313 Tagesmittel erstreckt.

Ich lasse nun zuerst eine Übersicht der Stationen und hierauf die fünftägigen normalen Wärmemittel selbst folgen.

Die Anordnung, welche immer eine große Schwierigkeit darbietet, geschah um die Vergleichung dieser Mittel zu erleichtern, in der Weise, daß zuerst alle Stationen nach ihrer geographischen Breite in drei Zonen — eine nördliche, mittlere und südliche — getheilt wurden. Die Abgrenzung der Zonen erfolgte willkürlich, und zwar wurden in die nördliche Zone alle Stationen, deren geographische Breite gleich oder größer ist als 48° 31′ eingereiht; in die mittlere Zone fallen die Stationen mit einer geographischen Breite zwischen

[1]) Viele von diesen Tagesmitteln mußten neu berechnet werden.

[2]) Einige dieser Stationen, wie Mailand und Venedig wurden als ausländische weggelassen, andere haben seit dem Jahre 1863 aufgehört Beobachtungen einzusenden.

46° 31′ bis 48° 30′ und in die südliche Zone jene, deren Breite 46° 30′ nicht überschreitet. In den einzelnen Zonen selbst folgen die Stationen nach der geographischen Länge aufeinander.

Verzeichniss der Stationen.

Station	Land	Länge von Ferro	Breite	Seehöhe in Toisen	Anzahl der Jahre
Admont	Steiermark . .	32° 8'	47°35'	341·9	12·37
Agram	Croatien	33 35	45 49	70·0	6·58
Arad	Ungarn	38 59	46 11	54·6	10·00
Arvavaralja . .	„	37 1	49 15	252·2	15·01
Alt-Aussee . .	Steiermark . .	31 24	47 39	484·5	14·67
Markt Aussee .	„ . .	31 26	47 37	336·8	13·67
Biala	Galizien	36 43	49 49	166·0	7·00
Bistritz [1]) . . .	Siebenbürgen .	42 13	47 7	183·9	13·23
Bludenz	Vorarlberg . .	27 29	47 10	298·0	8·90
Bodenbach . .	Böhmen	31 52	50 46	72·9	18·00
Brünn	Mähren	34 17	49 11	109·0	17·90
Cilli [2])	Steiermark . . .	32 58	46 14	120·2	17·23
Curzola	Dalmatien . . .	34 48	42 59	9·3	9·59
Czaslau	Böhmen	33 2	49 57	133·0	14·71
Czernowitz . .	Bukovina . . .	43 41	48 17	129·7	8·63
Debreczin . . .	Ungarn	39 21	47 32	65·2	12·84
Deutschbrod . .	Böhmen	33 15	49 36	217·6	16·00
Frauenberg . .	„ . . .	32 7	49 3	204·2	9·00
Gastein	Salzburg . . .	30 45	47 5	506·5	12·38
Gleichenberg .	Steiermark . . .	33 34	46 53	145·7	5·00
Gratz	„ . .	33 8	47 4	190·3	16·37
Hermannstadt .	Siebenbürgen . .	41 49	45 47	211·8	15·08
Ischl	Ober-Österreich	31 16	47 43	231·5	10·92
Kalksburg . . .	Nied.-Österreich	33 54	48 8	126·0	5·15
Kesmark . . .	Ungarn	38 9	49 8	318·8	12·92
Kirchdorf . . .	Ober-Österreich	31 48	47 57	230·4	10·90
Klagenfurt . . .	Kärnthen . . .	31 58	46 37	226·0	18·00
Krakau	Galizien	37 37	50 4	110·7	18·00

[1]) Die Beobachtungen von Bistritz wurden mit jenen des eine halbe Stunde entfernten Wallendorf in eine Reihe vereinigt.

[2]) Beobachtungslocale in der Stadt, verschieden von der Station auf dem Leisberge bei Cilli.

Station	Land	Länge von Ferro	Breite	Seehöhe in Toisen	Anzahl der Jahre
Kremsier . . .	Mähren	35° 3'	49°18'	108·3	7·51
Kremsmünster .	Ober-Österreich	31 48	48 3	196·8	18·00
Kronstadt . . .	Siebenbürgen .	43 11	45 39	293·9	13·84
Laibach	Krain	32 10	46 3	147·3	12·92
Leipa	Böhmen	32 12	50 41	130·0	11·04
Lemberg . . .	Galizien	41 42	49 50	145·2	16·00
Lesina	Dalmatien . . .	34 7	43 11	9.9	6·92
Leutschau . . .	Ungarn	38 19	49 1	272·0	13·67
Lienz	Tirol	30 24	46 50	337·1	11·51
Linz [1]	Ober-Österreich	31 54	48 16	193·2	14·24
Maltein	Kärnthen . . .	31 10	46 57	423·0	6·24
Marienberg . .	Tirol	28 11	46 43	653·0	8·16
Mediasch . . .	Siebenbürgen .	42 3	46 7	148·1	9·08
Neutra	Ungarn	35 45	48 20	86·4	8·22
Oberschützen .	„	33 56	47 18	185·1	7·00
Obir I [2]. . . .	Kärnthen . . .	32 7	46 30	630·0	14·62
Obir III	„ . . .	32 7	46 30	1048·0	13·32
Oderberg . . .	Schlesien . . .	36 2	49 54	111·4	12·01
Ödenburg . . .	Ungarn	34 15	47 41	71·6	6·47
Ofen	„	36 43	47 31	65·6	8·88
Pancsova . . .	Militärgrenze . .	38 17	44 50	35·0	7·00
St. Paul	Kärnthen . . .	32 34	46 43	202·2	15·64
St. Peter . . .	„ . . .	31 16	47 2	628·0	14·83
Pilsen	Böhmen	31 3	49 45	163·5	16·99
Praegraten . . .	Tirol	30 2	47 1	665·0	3·57
Prag	Böhmen	32 5	50 5	103·2	18·00
Preßburg . . .	Ungarn	34 44	48 8	74·7	14·48
Ragusa . : . .	Dalmatien . .	35 47	42 38	7·8	11·95
Reichenau . . .	Böhmen	32 9	48 40	310·2	11·89
Rosenau . . .	Ungarn	38 13	48 36	187·6	6·66
Rottalowitz . .	Mähren	35 21	49 21	240·0	7·00
Rudolfswerth [3].	Krain	32 50	45 48	94·6	7·93
Ruszkberg . . .	Ungarn	40 10	45 34	198·9	5·97

[1] Beobachtungsstation seit October 1855 auf dem Freinberge bei Linz.

[2] Nach der Bezeichnung der Jahrbücher der Central-Anstalt. Auf dem Berge Obir existirten früher drei meteorologische Stationen, mit I, II und III bezeichnet, von welchen die mittlere aufgehört hat zu beobachten.

[3] Früher Neustadtl genannt.

Station	Land	Länge von Ferro	Breite	Seehöhe in Toisen	Anzahl der Jahre
Rzeszow. . . .	Galizien	39°40'	50° 3'	109·8	12·41
Sachsenburg . .	Kärnthen . . .	31 1	46 5	284·0	9·58
Saifnitz	„ . . .	31 54	46 27	419·0	12·84
Salzburg. . . .	Salzburg . . .	30 39	47 48	224·0	17·60
Schäßburg . .	Siebenbürgen .	42 32	46 13	175·0	9·40
Schemnitz . . .	Ungarn	36 35	48 27	306·0	14·00
Schößl	Böhmen	31 10	50 27	166·6	17·96
Senftenberg . .	„	34 7	50 5	215·3	14·31
Szegedin . . .	Ungarn	37 48	46 15	43·3	8·33
Tarnopol . . .	Galizien	43 3	49 35	156·1	4·12
Teschen	Schlesien . . .	36 18	49 45	154·8	7·73
Tiffen	Kärnthen . . .	31 43	46 42	327·5	3·00
Trient	Tirol	28 46	46 4	97·3	9·42
Triest.	Küstenland. . .	31 26	45 39	12·3	18·00
Tröpolach . . .	Kärnthen . . .	30 56	46 37	304·4	12·78
Valona	Albanien . . .	37 10	40 29	5·0	10·92
Wien	Nied.-Österreich	34 2	48 12	99·7	18·00
Wiener-Neustadt	„	33 55	47 49	135·9	8·42
Wilten	Tirol	29 3	47 16	300·7	18·00

Normale fünftägige Wärmemittel 1848—1865.

Nördliche Zone.

	Pilsen	Schößl	Bodenbach	Prag	Frauenberg	Reichenau
1.— 5. Jänner	—2·35	—2·54	—1·79	—1·92	—2·58	—3·67
6.—10. „	—2·70	—3·38	—2·31	—2·33	—2·57	—3·86
11.—15. „	—1·91	—2·76	—2·20	—1·81	—2·12	—3·18
16.—20. „	—2·12	—2·65	—1·84	—1·55	—1·96	—3·55
21.—25. „	—1·01	—1·48	—0·54	—0·42	—1·14	—2·48
26.—30. „	—0·99	—1·45	—0·50	—0·28	—0·80	—2·82
31. —4. Februar	—0·77	—1·39	—0·50	—0·28	—0·64	—1·64
5.— 9. „	—0·36	—1·01	—0·16	+0·04	—0·08	—1·57
10.—14. „	—1·08	—1·74	—1·13	—0·63	—0·93	—1·75
15.—19. „	—0·65	—1·05	—0·34	—0·21	—0·64	—1·74
20.—24. „	—0·37	—1·06	—0·32	0·00	—0·49	—1·42
25.— 1. März	+0·97	+0·31	+0·85	+1·36	+0·89	—0·55
2.— 6. „	1·30	0·80	1·43	2·13	1·64	+0·98
7.—11. „	1·85	1·25	2·01	2·22	1·69	1·06
12.—16. „	1·41	1·07	2·05	2·42	1·83	0·77
17.—21. „	1·82	1·17	1·83	2·28	1·58	0·54
22.—26. „	2·73	2·13	2·44	3·29	2·58	1·33
27.—31. „	3·31	3·34	3·76	4·35	3·63	2·56
1.— 5. April	5·56	5·35	5·32	6·21	5·53	4·52
6.—10. „	6·38	6·05	6·26	7·02	6·34	5·53
11.—15. „	5·92	5·62	5·78	6·59	5·94	5·12
16.—20. „	6·21	5·72	5·96	6·69	6·04	5·02
21.—25. „	6·82	6·60	6·78	7·46	6·87	5·88
26.—30. „	7·31	6·83	6·98	7·78	7·17	6·16
1.— 5. Mai	7·68	7·47	7·29	8·37	7·74	6·76
6.—10. „	8·96	8·68	8·86	9·61	8·81	8·17
11.—15. „	10·53	10·52	10·49	11·45	10·66	9·38
16.—20. „	11·15	10·97	10·98	11·83	10·88	9·96
21.—25. „	11·78	11·79	11.57	12·57	12·12	10·23
26.—30. „	12·08	11·76	11·90	12·77	12·24	11·34
31.— 4. Juni	13·13	12·90	12·92	13·83	13·32	12·23
5.— 9. „	14·10	13·85	13·73	15·33	14·27	12·87
10.—14. „	13·62	13·38	13·60	14·51	13·41	12·25
15.—19. „	13·10	13·00	13·10	14·01	13·71	12·03
20.—24. „	13·61	13·27	13·63	14·43	13·17	12·09
25.—29. „	13·85	13·61	13·46	14·60	13·63	12·48

Nördliche Zone.

	Pilsen	Schößl	Bodenbach	Prag	Frauenberg	Reichenau
30.— 4. Juli	13·35	13·15	13·11	13·74	13·02	12·90
5.— 9. „	13·94	14·04	13·90	15·07	14·05	13·28
10.—14. „	13·83	13·94	13·92	14·93	13·72	12·78
15.—19. „	14·77	15·30	14·83	16·11	14·70	13·80
20.—24. „	15·07	15·27	15·17	16·41	15·12	14·03
25.—29. „	14·76	15·04	14·90	16·25	15·05	13·80
30.— 3. August	14·84	14·91	14·62	15·79	15·55	13·47
4.— 8. „	14·70	14·66	14·37	15·74	14·53	13·18
9.—13. „	14·80	14·70	14·58	15·71	14·54	13·21
14.—18. „	14·66	14·38	14·36	15·51	14·47	13·27
19.—23. „	13·92	13·78	13·64	14·68	13·73	12·33
24.—28. „	13·52	13·32	12·95	14·29	13·55	11·91
29.— 2. Sept.	12·90	12·66	12·60	13·76	13·02	11·77
3.— 7. „	12·22	12·24	12·22	13·19	12·40	11·29
8.—12. „	11·20	11·32	11·26	12·27	11·27	10·27
13.—17. „	10·77	10·59	10·22	11·47	10·55	9·46
18.—22. „	10·48	10·46	10·20	11·41	10·58	9·68
23.—27. „	10·16	10·10	10·14	10·89	10·13	9·20
28.— 2. Oct.	10·06	9·89	10·04	10·86	10·22	9·02
3.— 7 „	9·12	8·98	9·12	10·01	9·42	8·30
8.—12. „	8·22	7·88	8·27	8·95	8·38	7·58
13.—17. „	7·69	7·14	7·71	8·33	7·71	6·64
18.—22. „	7·37	7·01	7·55	8·17	7·63	6·50
23.—27. „	6·28	6·07	6·69	7·14	6·62	6·03
28.— 1. Nov.	5·03	4·67	5·43	5·61	5·04	4·79
2.— 6. „	4·19	3·67	4·67	4·67	4·01	3·33
7.—11. „	3·35	2·77	3·70	3·86	3·31	2·33
12.—16. „	2·00	1·05	2·25	2·28	2·06	0·98
17.—21. „	0·96	0·21	1·16	1·33	1·32	0·95
22.—26. „	0·79	—0·35	0 99	1·12	1·11	0·62
27.— 1. Dec.	1·10	+0·54	1·36	1·51	1·22	0·80
2.— 6. „	—0·40	—1·16	—0·12	0·00	—0·77	—0·79
7.—11. „	+0·47	+0·09	+0·88	1·07	+0·10	—0·28
12.—16. „	+0·35	—0·30	+0·51	0·77	—0·02	—1·04
17.—21. „	—0·84	—1·47	—0·39	—0·42	—1·37	—2·74
22.—26. „	—1·94	—2·37	—1·30	—1·39	—2·49	—3·32
27.—31. „	-1·48	—2·16	—1·18	—1·28	—2·21	-3·10

Nördliche Zone.

	Leipa	Czaslau	Deutsch-brod	Senften-berg	Brünn	Kremsier
1.— 5. Jänner	—3·19	—2·18	—3·75	—3·99	—2·89	—2·54
6.—10. „	—2·98	—2·75	—3·13	—3·93	—2·69	—2·54
11.—15. „	—3·25	—2·58	—3·12	—4·09	—2·30	—2·15
16.—20. „	—2·66	—2·21	—2·83	—3·39	—2·25	—1·90
21.—25. „	—1·89	—1·12	—1·42	—2·68	—1·17	—0·47
26.—30. „	—1·45	—1·04	—2·16	—2·91	—1·41	—0·69
31.— 4. Febr.	—1·46	—1·01	—2·01	—2·55	—1·21	—0·69
5.— 9. „	—1·69	—0·47	—1·28	—1·92	—0·39	—0·11
10.—14. „	—1·72	—1·37	—1·94	—2·31	—1·02	—0·93
15.—19. „	—1·49	—1·04	—1·68	—2·66	—0·86	—0·38
20.—24. „	—1·02	—0·90	—1·39	—2·38	—0·26	+0·44
25.—1. März	—0·40	+0·64	—0·13	—0·85	+0·72	1·26
2.— 6. „	+0·33	0·82	+0·25	—0·67	1·37	1·56
7.—11. „	0·88	1·61	0·55	—0·05	2·07	2·48
12.—16. „	1·20	1·42	0·79	0·00	2·08	2·38
17.—21. „	1·05	1·50	0·79	—0·12	1·99	2·24
22.—26. „	1·90	2·40	1·56	+0·65	3·27	3·38
27.—31. „	2·94	3·44	2·41	1·90	4·07	4·09
1.— 5. April	4·28	5·43	4·57	3·58	6·07	5·95
6.—10. „	4·91	6·04	4·87	4·34	6·65	6·26
11.—15. „	5·55	5·77	4·77	3·94	6·34	5·92
16.—20. „	5·42	5·97	4·87	4·28	6·43	6·15
21.—25. „	5·84	6·83	5·80	5·35	7·38	7·15
26.—30. „	6·26	6·92	6·21	5·96	8·58	8·21
1.— 5. Mai	6·75	7·71	6·74	6·37	8·40	7·87
6.—10. „	8·23	9·03	8·02	7·60	9·69	9·23
11.—15. „	9·66	10·84	9·94	9·68	11·57	11·30
16.—20. „	10·48	11·34	10·24	9·85	11·91	11·68
21.—25. „	10·96	11·99	10·64	10·09	12·29	12·09
26.—30. „	11·35	12·13	11·22	10·73	12·63	12·41
31.— 4. Juni	12·51	12·28	12·26	11·56	13·84	13·73
5.— 9. „	12·97	13·99	12·69	12·19	14·77	14·65
10.—14. „	13·08	13·91	12·82	11·99	14·34	13·99
15.—19. „	12·63	13·53	12·64	11·87	14·29	13·96
20.—24. „	12·81	13·72	12·74	12·24	14·44	14·01
25.—29. „	12·44	13·67	12·92	11·66	14·18	13·92

Nördliche Zone.

	Leipa	Czaslau	Deutschbrod	Senftenberg	Brünn	Kremsier
30.— 4. Juli	12·77	13·66	12·73	11·68	14·29	14·06
5.— 9. „	12·98	14·40	13·31	12·08	14·77	14·50
10.—14. „	13·48	13·39	13·03	12·10	14·68	14·35
15. 19. „	14·08	15·21	13·93	13·15	15·85	15·34
20.—24. „	14·41	15·70	14·29	13·76	15·98	15·51
25.—29. „	14·38	15·32	14·12	13·32	16·02	15·56
30.— 3. August	14·06	15·17	14·11	13·14	16·00	15·56
4.— 8. „	13·92	15·20	13·86	12·86	15·53	15·02
9.—13. „	13·97	14·91	13·85	13·07	15·44	14·89
14.—18. „	13·67	14·64	13·86	12·70	15·33	14·74
19.—23. „	13·18	14·11	12·84	11·91	14·40	13·88
24.—28. „	12·43	13·39	12·52	11·20	13·87	13·46
29.— 2. Sept.	12·03	13·11	12·04	10·73	13·41	13·10
3.— 7. „	11·42	12·43	11·19	10·56	13·11	12·73
8.—12. „	10·90	11·57	10·14	9·40	11·87	11·42
13.—17. „	9·69	10·45	9·42	7·99	10·64	10·02
18.—22. „	9·46	10·45	9·39	8·58	11·05	10·41
23.—27. „	9·43	10·52	9·40	8·48	10·62	9·88
28.— 2. Oct.	9·06	10·41	8·89	9·01	11·14	10·35
3.— 7. „	8·26	9·58	8·57	7·56	9·99	9·21
8.—12. „	7·73	8·60	7·73	6·98	9·27	8·72
13.—17. „	6·97	7·87	7·37	6·43	8·22	8·05
18.—22. „	6·57	7·78	6·70	5·95	7·83	7·85
23.—27. „	5·91	6·87	6·05	5·37	7·07	7·17
28.— 1. Nov.	4·69	5·36	4·76	4·11	6·01	6·10
2.— 6. „	3·84	4·06	3·30	2·84	4·47	4·65
7.—11. „	2·49	3·09	2·39	2·11	3·79	4·04
12.—16. „	1·35	1·88	1·20	0·81	2·31	2·38
17.—21. „	0·51	0·72	0·20	—0·63	1·15	1·26
22.—26. „	0·34	0·53	0·09	—0·51	0·95	1·00
27.— 1 Dec.	—0·11	1·04	0·22	+0·08	1·39	1·57
2.— 6. „	—0·32	—0·80	—1·24	—2·28	—0·92	—0·78
7.—11. „	—0·64	+0·44	—0·41	—1·00	—0·26	—0·55
12.—16. „	—0·83	—0·23	—0·82	—1·76	—0·46	—0·75
17.—21. „	—1·35	—1·40	—2·11	—1·83	—1·47	—1·85
22.—26. „	—2·35	—1·52	—2·91	—3·37	—1·99	—1·84
27.—31. „	—2·38	—2·16	—2·59	—3·42	—2·08	—1·76

Nördliche Zone.

	Rottalo-witz	Oderberg	Teschen	Biala	Arva-varalja	Krakau
1.— 5. Jänner	—3·44	—3·10	—3·52	—2·39	—5·66	—3·60
6.—10. „	—3·37	—3·34	—3·74	—2·65	—4·69	—3·72
11.—15. „	—2·87	—3·24	—4·19	—2·97	—5·26	—4·06
16.—20. „	—2·36	—2·04	—2·62	—1·54	—5·04	—3·10
21.—25. „	—1·15	—1·58	—1·89	—0·70	—3·94	—2·39
26.—30. „	—1·55	—1·41	—1·21	—0·38	—4·20	—2·02
31.— 4. Febr.	—1·56	—1·74	—1·68	—0·95	—3·95	—2·19
5.— 9. „	—0·76	—0·85	—0·99	—0·48	—3·14	—1·74
10.—14. „	—1·41	—1·63	—2·09	—1·28	—3·60	—2·36
15.—19. „	—1·13	—1·11	—1·49	—0·50	—3·93	—1·54
20.—24. „	—0·71	—1·07	—1·51	—0·37	—3·55	—1·31
25.— 1. März	+0·24	+0·19	+0·07	+1·01	—2·68	—0·19
2.— 6. „	0·68	0·65	0·75	1·49	—1·32	+0·47
7—11. „	1·55	1·32	1·49	2·17	—0·61	1·13
12.—16. „	1·43	0·84	0·71	1·42	—1·17	0·55
17.—21. „	1·30	1·05	1·07	1·73	—0·99	0·72
22.—26. „	2·63	2·44	2·23	3·15	+0·61	2·03
27.—31. „	3·35	3·49	3·35	4·15	1·51	3·03
1.— 5. April	5·23	5·03	4·89	5·84	2·88	4·81
6.—10. „	5·52	5·58	5·41	6·25	3·84	5·65
11.—15. „	5·14	5·59	5·51	6·27	3·63	5·69
16.—20. „	5·17	5·15	4·77	5·54	3·42	5·07
21.—25. „	6·11	6·72	6·75	7·11	4·64	6·66
26.—30. „	7·24	7·42	7·27	7·96	5·69	7·36
1.— 5. Mai	7·06	7·61	7·59	8·39	5·98	7·66
6.—10. „	8·50	8·72	8·78	9·76	7·25	8·75
11.—15. „	10·49	10·87	10·78	11·69	9·04	10·91
16.—20. „	10·82	11·49	11·36	12·09	9·81	11·40
21.—25. „	11·15	11·97	11·67	12·31	10·19	11·78
26.—30. „	11·45	12·41	12·13	12·66	10·64	12·23
31.— 4. Juni	12·65	13·52	13·22	13·62	11·61	13·22
5.— 9. „	13·47	14·37	13·97	14·46	12·23	13·95
10.—14. „	12·91	14·08	13·84	14·22	12·12	13·71
15.—19. „	13·16	13·99	13·89	14·32	12·43	13·94
20.—24. „	13·08	14·25	13·98	14·36	12·27	14·16
25.—29. „	12·84	13·87	13·36	13·85	12·18	13·58

Nördliche Zone.

	Rottalowitz	Oderberg	Teschen	Biala	Arva-varalja	Krakau
30.— 4. Juli	12·91	13·93	13·21	13·72	11·83	13·25
5.— 9. „	13·31	14·38	13·71	14·27	11·86	13·88
10.—14. „	13·14	14·25	13·78	14·36	12·01	13·94
15.—19. „	14·11	15·17	14·80	15·42	13·24	14·83
20.—24. „	14·20	15·41	15·07	15·69	13·91	15·25
25.—29. „	14·26	15·84	15·46	16·01	13·39	15·65
30.— 3. August	14·29	15·46	15·19	15·61	13·50	15·39
4.— 8. „	13·84	14·89	14·89	15·22	12·93	14·63
9.—13. „	13·87	14·77	14·97	15·11	12·83	14·56
14.—18. „	13·89	14·51	14·79	15·42	12·92	14·49
19.—23. „	13·01	14·20	14·32	14·66	11·99	14·26
24.—28. „	12·58	13·22	13·17	13·79	11·61	13·09
29.— 2. Sept.	12·11	12·90	12·93	13·59	11·34	12·53
3.— 7. „	11·82	12·68	12·77	13·26	10·97	12·39
8.—12. „	10·48	11·10	11·51	11·88	9·15	11·01
13.—17. „	9·35	9·50	9·88	10·25	7·91	9·49
18.—22. „	9·89	9·97	10·61	11·13	8·49	10·03
23.—27. „	9·49	9·73	10·50	10·96	8·61	9·82
28.— 2. Oct.	9·88	9·99	10·90	11·37	8·78	10·18
3.— 7. „	8·92	8·87	9·66	10·22	7·78	8·94
8.—12. „	8·45	8·13	8·92	9·47	7·07	8·22
13.—17. „	7·83	7·43	8·24	8·47	6·43	7·31
18.—22. „	7·49	7·44	8·12	8·69	6·48	7·47
23.—27. „	6·87	6·72	7·48	8·15	5·34	6·71
28.— 1. Nov.	5·72	5·44	6·17	6·84	4·10	5·38
2.— 6. „	4·25	3·97	4·71	5·25	3·44	3·88
7.—11. „	3·59	3·00	3·57	3·77	1·83	2·85
12.—16. „	2·10	1·18	1·74	1·87	0·59	1·01
17.—21. „	1·19	0·34	0·96	0·80	—0·97	0·09
22.—26. „	0·98	0·32	1·04	1·00	—0·62	0·10
27.— 1. Dec.	1·37	1·19	1·82	2·07	—0·40	0·62
2.— 6. „	—1·15	—1·23	—0·62	—0·49	—2·92	—2·64
7.—11. „	—0·57	—0·33	—0·18	+0·05	—2·14	—1·40
12.—16. „	—1·04	—0·69	—0·38	—0·23	—2·77	—1·52
17.—21. „	—2·15	—1·60	—1·49	—1·20	—3·35	—2·49
22.—26. „	—2·42	—2·47	—2·30	—1·81	—3·37	—3·16
27.—31. „	—2·38	—2·33	—2·56	—1·61	—3·77	—2·68

Nördliche Zone.

	Kesmark	Rosenau	Leutschau	Rzeszow	Lemberg	Tarnopol
1.— 5. Jänner	−5·88	−4·76	−4·41	−3·52	−3·90	−5·54
6.—10. „	−5·24	−4·02	−4·32	−3·42	−3·14	−5·03
11.—15. „	−5·70	−4·21	−4·31	−4·04	−4·05	−6·15
16.—20. „	−5·43	−3·81	−3·48	−3·11	−2·91	−5·05
21.—25. „	−2·99	−1·32	−2·75	−1·95	−2·44	−4·23
26.—30. „	−4·32	−3·14	−2·12	−2·52	−3·17	−5·13
31.— 4. Febr.	−3·44	−2·45	−2·19	−2·40	−2·83	−5·11
5.— 9. „	−3·27	−2·22	−1·11	−1·90	−2·36	−4·83
10.—14. „	−3·81	−2·51	−2·23	−1·92	−2·09	−4·63
15.—19. „	−3·90	−2·33	−1·15	−1·49	−1·78	−4·22
20.—24. „	−2·49	−0·83	−1·24	−1·22	−1·87	−4·34
25.— 1. März	−1·64	−0·03	−0·07	−0·55	−0·92	−2·86
2.— 6. „	−0·57	+0·84	+0·24	+0·51	−0·21	−2·15
7.—11. „	−0·13	1·40	0·98	0·89	+0·54	−1·36
12.—16. „	−0·59	1·12	0·77	0·74	−0·11	−2·24
17.—21. „	−0·56	1·22	0·84	0·60	+0·16	−1·82
22.—26. „	+1·12	2·83	2·11	2·13	1·85	−0·02
27.—31. „	1·98	3·59	3·05	3·34	2·93	+1·24
1.— 5. April	3·58	5·16	4·68	4·57	4·59	3·08
6.—10. „	4·59	6·06	5·40	5·50	5·31	3·52
11.—15. „	4·29	5·85	5·55	5·76	5·63	3·97
16.—20. „	4·07	5·80	5·01	5·11	4·89	2·94
21.—25. „	5·77	7·48	6·46	7·12	7·05	5·84
26.—30. „	6·49	8·27	7·25	7·39	7·56	6·41
1.— 5. Mai	7·20	8·98	7·66	8·29	8·66	7·67
6.—10. „	8·44	10·13	8·83	8·85	9·70	8·94
11.—15. „	10·32	11·60	10·72	11·13	12·06	11·25
16.—20. „	10·37	11·37	11·15	11·82	12·14	11·27
21.—25. „	10·87	11·72	11·15	12·11	12·49	11·61
26.—30. „	11·18	12·02	11·47	12·34	12·81	12·01
31.— 4. Juni	12·32	13·28	13·36	13·14	13·97	13·17
5.— 9. „	13·11	14·29	13·30	14·29	14·47	13·54
10.—14. „	13·06	14·28	13·34	14·37	14·83	13·99
15.—19. „	13·16	14·29	13·48	14·53	15·17	14·55
20.—24. „	13·20	14·29	13·75	14·38	14·90	14·49
25.—29. „	12·58	13·81	13·28	13·84	14·25	13·87

Nördliche Zone.

	Kesmark	Rosenau	Leut-schau	Rzeszow	Lemberg	Tarnopol
30.— 4. Juli	12·95	14·43	13·12	13·89	14·64	14·07
5.— 9. „	13·05	14·67	13·68	14·00	14·62	13·97
10.—14. „	12·92	14·51	13·72	14·23	14·92	14·22
15.—19. „	14·02	15·24	14·74	14·91	15·31	14·62
20.—24. „	14·27	15·46	15·51	16·07	16·22	15·50
25.—29. „	14·33	15·57	15·05	16·30	16·62	15·92
30.— 3. August	14·26	15·63	15·18	15·72	16·31	15·55
4.— 8. „	13·54	15·08	14·36	15·42	15·60	14·70
9.—13. „	13·88	15·42	14·26	15·22	15·69	14·65
14.—18. „	13·50	15·09	14·22	15·09	15·46	14·44
19.—23. „	12·80	14·29	13·88	14·67	14·78	13·66
24.—28. „	12·11	13·53	12·85	13·63	13·78	12·52
29.— 2. Sept.	11·63	13·11	12·54	13·71	13·37	11·99
3.— 7. „	11·56	12·91	12·43	13·04	12·81	11·51
8.—12. „	10·03	11·41	11·09	11·01	11·55	10·44
13.—17. „	8·46	9·67	9·56	10·22	9·86	8·75
18.—22. „	9·11	10·04	10·10	10·11	10·04	8·82
23.—27. „	8·87	9·59	9·92	11·01	10·09	8·58
28.— 2. Oct.	9·20	10·01	10·25	11·01	10·67	9·02
3.— 7. „	7·85	8·82	9·08	10·00	9·15	7·48
8.—12. „	7·64	8·82	8·32	9·27	8·67	6·90
13.—17. .	6·52	7·71	7·42	7·86	7·51	5·65
18.—22. „	6·24	7·50	7·35	7·97	7·86	6·02
23.—27. „	6·02	7·09	6·69	7·59	7·46	5·71
28.— 1. Nov.	4·65	5·84	5·54	5·97	5·98	4·42
2.— 6. „	3·04	4·35	4·11	3·83	4·31	2·74
7.—11. „	1·73	3·16	3·20	2·34	2·49	0·90
12.—16. „	0·33	2·00	1·55	0·75	1·32	—0·32
17.—21. „	—0·62	0·97	0·70	0·09	0·68	—1·20
22.—26. „	—0·81	0·91	0·41	0·15	0·76	—1·17
27.— 1. Dec.	—0·24	1·39	0·96	0·56	0·57	—1·48
2.— 6. „	—3·54	—1·80	—1·79	—2·92	—2·19	—4·15
7.—11. „	—2·90	—1·51	—1·32	—0·80	—1·37	—3·46
12.—16. „	—3·03	—1·82	—1·51	—2·37	—2·42	—4·79
17.—21. „	—3·31	—2·63	—2·43	—2·43	—2·01	—4·22
22.—26. „	—4·51	—3·57	—3·39	—2·73	—2·38	—4·42
27.—31. „	—4·92	—4·13	—3·76	—2·72	—2·29	—3·98

Mittlere Zone.

	Bludenz	Marienberg	Wilten	Praegraten	Lienz	Salzburg	Gastein
1.— 5. Jänner	−1·78	−1·88	−2·89	−4·79	−5·54	−1·12	−3·90
6.—10. „	−1·48	−0·94	−2·47	−5·44	−4·94	−1·81	−3·60
11.—15. „	−1·72	−1·23	−2·69	−6·53	−4·33	−1·81	−3·25
16.—20. „	−1·37	−1·66	−2·66	−6·43	−4·72	−1·17	−3·70
21. 25. „	+0·14	−0·97	−1·47	−6·41	−2·75	−0·69	−2·01
26.—30. „	0·07	−1·45	−1·49	−5·65	−4·04	−0·51	−3·34
31.— 4. Febr.	0·92	−0·62	−0·34	−5·16	−3·39	−0·62	−1·43
5.— 9. „	0·85	−1·06	+0·11	−4·94	−2·60	−0·94	−0·82
10.—14. „	0·11	−1·74	−0·56	−4·67	−1·83	−0·53	−2·98
15.—19. „	0·03	−1·89	−0·47	−4·83	−1·35	−0·26	−2·72
20.—24. „	0·78	−1·05	+0·12	−4·14	−1·00	−0·08	−1·60
25.— 1. März	2·47	+0·08	1·74	−2·80	+0·48	+1·38	+0·09
2.— 6. „	2·39	−0·51	1·78	−2·42	1·02	2·09	+0·14
7.—11. „	2·57	−0·35	2·12	−3·05	1·04	2·34	+0·05
12.—16. „	2·29	−0·34	2·10	−2·71	0·49	2·09	−0·25
17.—21. „	3·13	+0·61	3·03	−1·78	0·89	2·44	+0·16
22.—26. „	3·83	1·30	3·94	−0·67	2·47	3·47	1·01
27.—31. „	4·59	2·12	4·90	+0·64	3·36	4·69	2·42
1.— 5. April	6·49	3·66	6·38	1·67	4·51	5·42	3·79
6.—10. „	7·54	5·49	7·61	3·91	6·85	7·32	4·84
11.—15. „	6·98	4·78	6·85	3·78	6·18	7·09	4·31
16.—20. „	7·38	5·17	7·22	4·02	6·89	7·30	5·08
21.—25. „	7·82	5·48	7·67	4·37	7·48	7·53	5·10
26.—30. „	8·26	6·03	8·32	4·36	8·10	7·93	6·09
1.— 5. Mai	7·19	5·79	8·19	4·39	7·89	8·55	6·17
6.—10. „	7·82	6·65	9·38	4·73	9·24	9·80	7·50
11.—15. „	7·92	6·54	9·38	5·76	10·07	11·18	8·33
16.—20. „	9·99	8·33	11·14	5·69	11·10	11·32	8·37
21.—25. „	11·08	9·22	11·80	7·03	11·13	12·18	9·06
26.—30. „	12·03	9·72	12·30	7·33	11·68	12·43	9·77
31.— 4. Juni	12·62	10·59	13·15	8·65	12·50	13·53	10·78
5.— 9. „	13·41	11·49	13·99	9·21	13·57	14·10	10·96
10.—14. „	12·68	11·23	13·25	9·11	12·99	13·67	10·34
15.—19. „	12·15	10·92	12·54	8·72	12·51	13·04	9·89
20.—24. „	12·62	11·51	12·89	9·05	13·57	13·36	10·36
25.—29. „	13·57	12·53	14·05	9·97	14·21	14·26	11·01

Mittlere Zone.

	Bludenz	Marien-berg	Wilten	Prae-graten	Lienz	Salz-burg	Gastein
30.— 4. Juli	12·85	11·81	13·40	9·43	13·77	13·64	10·60
5.— 9. „	13·70	12·64	14·23	9·73	14·19	14·03	11·62
10.—14. „	13·26	12·08	13·52	9·30	13·12	13·83	10·26
15.—19. „	14·38	13·02	14·55	10·40	14·94	15·22	12·43
20.—24. „	14·34	13·02	14·56	10·54	15·01	15·21	12·46
25.—29. „	13·84	12·64	14·20	10·48	13·80	14·76	11·54
30.— 3. August	14·23	13·07	14·61	11·02	14·46	15·17	12·16
4.— 8. „	13·86	12·60	14·10	10·65	13·75	14·93	11·48
9.—13. „	13·81	12·54	14·12	10·52	13·79	14·80	11·41
14.—18. „	13·72	12·58	14·23	10·76	14·06	14·80	11·88
19.—23. „	12·75	11·34	13·21	9·69	12·26	13·59	10·84
24.—28. „	12·91	11·29	13·21	9·73	13·02	13·66	10·97
29.— 2. Sept.	13·09	11·29	13·24	9·61	12·63	13·42	10·91
3.— 7. „	12·01	10·31	12·35	8·75	11·69	12·59	10·20
8.—12. „	11·45	8·83	11·68	8·03	10·60	11·73	9·41
13.—17. „	10·41	8·96	10·53	7·44	9·84	10·84	8·17
18.—22. „	10·49	8·76	10·43	7·73	9·19	10·70	8·42
23.—27. „	10·73	8·89	10·69	6·86	9·96	10·87	8·55
28.— 2. Oct.	10·56	8·79	10·55	6·08	8·62	10·46	8·51
3.— 7. „	9·25	7·35	9·31	4·74	8·38	9·54	7·60
8.—12. „	9·00	6·98	9·07	5·34	7·16	9·21	7·40
13.—17. „	8·23	5·13	8·11	3·93	6·98	8·32	6·09
18.—22. „	8·36	5·42	8·23	3·58	6·68	8·23	5·12
23.—27. „	6·98	3·94	6·82	2·42	5·89	7·13	5·87
28.— 1. Nov.	5·96	3·64	5·82	1·71	4·58	5·80	5·10
2.— 6. „	4·46	2·53	4·21	0·91	3·36	4·64	2·72
7.—11. „	3·21	1·74	2·90	—0·51	2·03	3·42	1·64
12.—16. „	1·97	1·22	1·92	—1·91	0·45	2·35	1·39
17.—21. „	0·94	—0·11	0·78	—3·22	0·22	1·77	0·00
22.—26. „	2·42	+0·90	2·12	—2·93	—0·04	2·02	0·59
27.— 1. Dec.	1·39	—0·46	1·21	—4·00	—0·49	1·48	—0·28
2.— 6. „	0·25	—0·61	—0·01	—3·65	—2·82	0·90	—1·43
7.—11. „	—0·22	+0·07	—0·59	—3·51	—2·30	0·83	—1·57
12.—16. „	—0·59	+0·20	—1·43	—3·32	—2·59	0·21	—2·52
17.—21. „	—2·12	—1·23	—3·06	—4·35	—4·24	—1·13	—3·47
22.—26. „	—1·58	—1·05	—2·81	—4·09	—4·34	—1·79	—3·74
27.—31. „	—1·81	—1·42	—3·01	—4·10	—4·62	—1·91	—3·58

Mittlere Zone.

	Tröpolach	Maltein	Ischl	St. Peter	Alt-Aussee	Markt Aussee	Tiffen
1.— 5. Jänner	—6·73	—4·10	—2·96	—3·87	—3·24	—4·84	—5·73
6.—10. „	—5·97	—2·31	—2·43	—3·59	—2·89	—4·50	—4·46
11.—15. „	—5·60	—2·70	—2·33	—4·14	—3·18	—4·95	—3·63
16—20. „	—6·53	—3·70	—2·28	—4·31	—3·11	—4·33	—4·03
21.—25. „	—4·17	—1·23	—1·47	—3·27	—2·04	—3·19	—1·82
26.—30. „	—4·81	—1·55	—1·78	—3·19	—2·55	—3·69	—2 32
31.— 4. Febr.	—3·62	—0·53	—1·08	—2·36	—1·92	—2·96	—1·45
5.— 9. „	—2·55	—0·64	—0·74	—2·30	—1·17	—2·87	—1·12
10.—14. „	—2·59	—0·39	—1·22	—2·99	—2·03	—2·48	—0·92
15.—19. „	—3·08	—1·27	—0·77	—2·62	—1·17	—2·54	—1·09
20.—24. „	—2·80	—0·03	—0.52	—3·28	—1·29	—2·04	—0·03
25.— 1. März	—0·68	+0·70	+0·68	—1·31	—0·07	—0·85	+1·25
2.— 6. „	+0·04	1·23	1·24	—1·05	+0·17	—0·39	1·47
7.—11. „	0·40	1·24	1·86	—0·67	0·58	+0·18	1·54
12.—16. „	0·16	0·69	1·40	—0·89	0·50	—0·05	0·94
17.—21. „	0·92	1·26	1·39	—0·86	0·80	+0·21	1·65
22.—26. „	2·28	2·58	2·68	+0·91	1·05	1·30	3·00
27.—31. „	3·12	3·31	3·56	1·30	2·62	2·58	4·03
1.— 5. April	4·87	4·91	5·10	2·80	4·33	3·88	5·92
6.—10. „	6·49	6·37	6·38	4·63	4·89	4·91	7·53
11.—15. „	6·38	6·11	5·67	3·42	4·55	5·03	7·02
16.—20. „	6·81	6·21	5·43	4·06	5·30	6·11	6·99
21.—25. „	7·55	6·72	6·57	4·42	5·77	6·07	7·49
26.—30. „	8·21	6·67	7·02	4·92	6·14	6·62	7·42
1.— 5. Mai	8·15	7·25	7·45	4·98	6·75	7·20	8·07
6.—10. „	9·33	8·27	8·81	6 06	8·08	8·35	9·29
11.—15. „	10·51	9·23	10·17	7·43	9·60	9·60	10·55
16.—20. „	11·22	9·75	10·20	7·89	9·27	9·55	11·30
21.—25. „	12·05	10·56	11·42	8·48	11·30	10·55	11·89
26.—30. „	12·52	11·18	11·52	9·19	10·96	11·90	12·55
31.— 4. Juni	13·27	11·95	12·72	9·79	12·15	12·12	13·10
5.— 9. „	13·75	12·36	13·07	10·44	12·59	12·64	13·47
10.—14. „	13·65	12·33	12·53	10·14	11·74	12·15	13·31
15.—19. „	13·52	11·89	12·18	10·00	11·05	11·61	13·06
20.—24. „	14·17	12·50	12·45	10 64	11·20	11·58	13·70
25.—29. „	14·67	13·20	12·69	11·12	12·30	12·76	13·98

Mittlere Zone.

	Tröpolach	Maltein	Ischl	St. Peter	Alt-Aussee	Markt Aussee	Tiffen
30.— 4. Juli	13·86	12·55	12·59	10·60	11·70	12·52	13·16
5.— 9. „	14·77	13·48	13·64	11·62	12·80	13·56	14·11
10.—14. „	14·03	12·12	12·72	10·66	11·85	12·23	13·30
15.—19. „	15·75	14·16	14·05	12·13	13·89	13·85	15·40
20.—24. „	15·58	13·82	14·33	12·35	13·79	14·06	14·94
25.—29. „	15·15	13·67	13·99	11·91	13·22	13·73	14·50
30.— 3. August	15·28	13·67	14·06	12·21	13·85	13·95	14·67
4.— 8. „	15·12	13·39	13·59	11·60	13·26	13·47	14·69
9.—13. „	15·03	13·05	13·65	11·52	12·85	13·34	14·48
14.—18. „	14·53	12·91	13·92	11·96	13·38	13·81	13·98
19.—23. „	13·47	12·53	12·69	10·80	11·95	12·50	13·40
24.—28. „	13·43	11·95	12·75	10·70	12·17	12·30	12·77
29.— 2. Sept.	13·44	12·31	12·44	10·66	11·89	11·89	13·27
3.— 7. „	12·19	11·18	11·90	9·76	10·94	11·71	12·29
8.—12. „	11·27	10·52	11·07	8·90	9·94	10·10	11·53
13.—17. „	10·34	9·66	9·97	8·07	9·51	9·19	10·46
18.—22. „	10·05	9·94	9·93	8·14	9·33	9·16	10·54
23.—27. „	10·00	9·52	10·36	8·46	9·58	9·61	10·12
28.— 2. Oct.	9·90	9·57	10·02	7·83	9·73	9·36	10·37
3.— 7. „	8·89	8·49	8·63	7·16	8·29	8·26	9·25
8.—12. „	8·49	7·55	8·31	6·46	7·75	7·62	8·40
13.—17. „	7·79	6·53	7·29	6·02	6·35	6·66	7·22
18.—22. „	7·40	6·72	7·58	5·22	6·77	6·80	7·69
23.—27. „	5·91	5·80	6·41	4·41	5·73	5·90	6·83
28.— 1. Nov.	5·46	4·42	5·55	3·72	4·31	4·51	5·33
2.— 6. „	3.54	3·26	3·93	1·78	2·43	3·06	3·79
7.—11. „	2·33	1·94	2·80	0·43	1·26	1·70	2·28
12.—16. „	0·17	0·69	1·43	—0·88	0·72	+0·69	—0·33
17.—21. „	—0·02	0·09	1·09	—1·06	—0·23	—0·25	+0·09
22.—26. „	+0·03	0·40	1·19	—1·20	+0·36	—0·43	+0·30
27.— 1. Dec.	+0·19	0·33	1·22	—1·16	+0·15	+0·19	+0·06
2.— 6. „	—2·48	—1·13	0·34	—2·13	—0·87	—1·18	—1·41
7.—11. „	—2·79	—0·99	0·42	—1·33	—0·31	—1·90	—1·36
12.—16. „	—3·36	—1·77	—0·56	—2·60	—1·72	—2·42	—1·98
17.—21. „	—5·47	—2·50	—1·78	—3·78	—3·02	—3·79	—3·32
22.—26. „	—5·44	—3·71	—2·48	—3·36	—2·78	—4·86	—4·79
27.—31. „	—6·31	—3·30	—2·78	—3·79	—3·28	—4·67	—4·71

Mittlere Zone.

	Krems-münster	Kirch-dorf	Linz	Klagen-furt	Admont	St. Paul	Gratz
1.— 5. Jänner	—3·17	—2·77	—3·37	—6·31	—5·48	—5·09	—2·95
6.—10. „	—3·23	—3·17	—2·86	—5·34	—5·02	—4·76	—2·62
11.—15. „	—2·51	—2·93	—2·38	—4·81	—4·87	—4·16	—2·05
16.—20. „	—2·79	—3·75	—2·64	—5·88	—5·70	—4·67	—2·58
21.—25. „	—2·04	—2·56	—2·03	—4·07	—4·54	—2·92	—1·11
26.—30. „	—1·83	—2·53	—1·63	—5·00	—4·70	—3·55	—1·59
31.— 4. Febr.	—1·16	—0·84	—0·99	—3·81	—3·28	—2·72	—0·84
5.— 9. „	—0·85	—0·42	—0·68	—3·00	—3·05	—2·37	—0·44
10.—14. „	—1·56	—1·43	—1·38	—2·55	—3·15	—1·65	—0·49
15.—19. „	—1·34	—1·25	—1·09	—2·90	—3·12	—2·28	—0·28
20.—24. „	—0·92	—1·28	—0·65	—2·04	—2·48	—1·33	—0·12
25.— 1. März	+0·27	+0·51	+0·80	—0·56	—0·38	—0·23	+1·25
2.— 6. „	0·78	1·74	1·22	+0·17	—0·13	+1·00	2·18
7.—11. „	1·34	1·95	1·87	0·59	+0·54	1·55	2·59
12.—16. „	1·19	1·97	2·00	0·30	0·21	1·14	2·34
17.—21. „	1·30	1·56	2·04	1·11	0·66	1·58	2·39
22.—26. „	2·33	2·98	2·93	2·48	1·73	2·97	3·82
27.—31. „	3·33	4·23	4·31	3·37	2·94	4·07	4·93
1.— 5. April	5·20	5·51	6·31	5·13	4·15	5·39	6·23
6.—10. „	6·35	7·07	7·18	6·75	5·12	6·69	7·51
11.—15. „	5·84	6·26	6·61	6·56	4·95	6·21	7·17
16.—20. „	5·99	6·43	7·07	6·83	5·41	6·63	7·30
21.—25. „	6·50	7·23	7·67	7·64	6·03	7·29	7·92
26.—30. „	7·24	7·54	8·00	7·79	6·59	8·12	8·74
1. —5. Mai	7·66	7·91	8·55	8·44	6·94	8·28	8·89
6.—10. „	8·84	9·01	9·78	9·64	8·10	9·27	9·79
11.—15. „	10·52	10·59	11·66	10·85	9·39	10·56	11·60
16.—20. „	10·66	10·82	11·69	11·51	9·68	11·00	11·87
21.—25. „	11·53	11·63	12·42	12·20	9·98	11·60	12·64
26.—30. „	11·80	11·94	12·68	12·89	10·95	12·21	12·96
31.— 4. Juni	12·94	13·01	13·80	13·65	11·81	13·08	14·29
5.— 9. „	13·82	13·81	14·29	14·06	12·50	13·74	14·93
10.—14. „	13·18	13·24	14·08	13·85	11·89	13·30	14·68
15.—19. „	12·79	12·77	13·62	13·57	11·78	13·30	14·49
20.—24. „	13·19	13·18	13·93	14·44	12·06	13·98	15·03
25.—29. „	13·69	13·59	14·46	14·90	12·46	14·46	15·31

Mittlere Zone.

	Krems-münster	Kirch-dorf	Linz	Klagen-furt	Admont	St. Paul	Gratz
30.— 4. Juli	13·88	13·51	13·91	14·18	12·14	13·69	14·96
5.— 9. „	14·25	14·24	14·88	14·95	12·23	14·51	15·61
10.—14. „	13·41	13·40	14·05	14·08	12·32	13·61	15·04
15.—19. „	14·90	14·78	15·77	16·16	13·24	15·11	16·45
20.—24. „	15·04	15·20	15·72	15·84	13·36	15·18	16·29
25.—29. „	14·61	14·85	15·39	15·40	13·42	14·81	16·18
30.— 3. August	14·73	14·79	15·47	15·52	13·23	15·21	16·51
4.— 8. „	14·33	14·30	15·01	15·37	12·92	14·83	16·04
9.—13. „	14·28	14·57	15·00	14·96	12·81	14·60	15·88
14.—18. „	14·37	14·51	15·14	14·36	13·15	14·55	15·93
19.—23. „	13·15	13·55	13·60	13·55	12·17	13·43	14·46
24.—28. „	12·55	13·54	13·86	12·92	11·98	13·48	14·37
29.— 2. Sept.	12·94	13·18	13·58	13·35	11·68	12·85	14·23
3.— 7. „	11·99	12·53	12·98	12·26	11·22	12·03	13·46
8.—12. „	11·03	11·57	11·85	11·31	10·08	11·15	12·29
13.—17. „	10·14	10·75	11·05	10·28	8·91	9·91	11·29
18.—22. „	10·08	10·62	10·65	10·39	9·23	10·10	11·50
23.—27. „	9·86	10·30	11·84	9·92	9·06	9·91	10·92
28.— 2. Oct.	9·70	10·23	10·52	9·90	8·61	9·75	11·19
3.— 7. „	8·59	9·14	9·21	8·72	7·20	8·62	9·91
8.—12. „	7·91	8·30	8·60	7·89	6·97	8·02	9·23
13.—17. „	7·22	7·64	7·85	6·87	6·34	7·80	8·68
18.—22. „	6·94	7·44	7·52	7·31	6·49	7·52	8·42
23.—27. „	5·79	6·03	6·41	6·29	5·28	6·09	7·12
28.— 1. Nov.	4·48	4·97	4·83	4·79	3·95	5·25	6·21
2.— 6. „	3·22	3·68	3·56	3·33	2·91	3·82	4·64
7.—11. „	2·54	2·95	2·76	2·12	1·68	2·78	3·89
12.—16. „	1·02	0·98	1·48	0·61	0·49	1·17	2·19
17.—21. „	0·54	1·01	0·71	—0·06	—0·29	0·44	1·59
22.—26. „	—0·08	0·55	0·19	+0·11	+0·10	0·52	1·48
27.— 1. Dec.	+0·53	0·92	+0·86	+0·03	+0·26	0·79	1·96
2.— 6. „	—0·84	—0·25	—0·61	—1·84	—1·63	—1·22	—0·22
7.—11. „	—0·39	+0·25	—0·13	—2·14	—1·47	—1·34	—0·08
12.—16. „	—0·86	—0·31	—0·68	—2·80	—2·44	—2·23	—0·32
17.—21. „	—1·87	—1·95	—1·95	—3·83	—3·45	—3·22	—1·56
22.—26. „	—3·04	—2·45	—2·94	—5·13	—4·08	—4·45	—2·14
27.—31. „	—2·66	—2·38	—2·59	—5·19	—4·55	—4·40	—2·43

Mittlere Zone.

	Gleichenberg	Kalksburg	Wiener Neustadt	Oberschützen	Wien	Ödenburg
1.— 5. Jänner	—2·76	—2·16	—1·98	—3·51	—2·05	—1·29
6.—10. „	—2·56	—2·15	—1·89	—3·36	—1·92	—1·28
11.—15. „	—2·01	—1·95	—1·59	—2·70	—1·69	—1·06
16.—20. „	—2·70	—2·03	—1·67	—2·50	—1·72	—1·08
21.—25. „	—1·36	—0·97	—0·77	—1·79	—0·65	+0·05
26.—30. „	—2·08	—0·81	—0·75	—1·81	—0·60	0·19
31.— 4. Febr.	—1·35	—0·56	—0·36	—1·95	—0·32	0·34
5.— 9. „	—0·74	—0·22	+0·25	—1·03	+0·50	0·77
10.—14. „	—0·78	—0·15	—0·08	—1·39	0·24	0·31
15.—19. „	—0·43	—0·33	—0·15	—1·04	0·13	0·31
20.—24. „	—0·35	—0·11	+0·52	—0·62	0·45	0·90
25.— 1. März	+1·16	+0·88	1·80	+0·60	1·59	2·16
2.— 6. „	2·15	1·74	2·61	1·30	2·46	2·79
7.—11. „	2·64	2·23	2·97	1·55	2·91	3·12
12.—16. „	2·32	2·06	2·64	1·25	2·71	2·79
17.—21. „	2·30	1·85	2·58	1·23	2·66	2·72
22.—26. „	3·63	3·09	3·99	2·67	3·95	4·12
27.—31. „	4·73	3·68	4·76	3·42	4·75	5·03
1.— 5. April	6·13	5·52	6·78	5·52	6·87	7·25
6.—10. „	7·68	6·28	7·34	6·35	7·61	7·74
11.—15. „	7·48	6·14	6·96	6·07	7·28	7·27
16.—20. „	7·40	6·21	7·00	6·07	7·24	7·17
21.—25. „	7·85	7·17	8·14	7·06	8·25	8·33
26.—30. „	8·63	7·52	8·83	7·63	8·74	8·99
1— 5. Mai	8·92	7·83	9·06	7·98	8·97	9·14
6.—10. „	9·73	8·97	10·21	9·03	10·19	10·35
11.—15. „	11·52	12·13	12·21	10·98	12·19	12·22
16.—20. „	11·88	11·41	12·38	10·93	12·15	12·40
21.—25. „	12·70	12·15	13·12	11·54	12·75	13·12
26.—30. „	13·02	12·71	13·26	11·40	13·21	13·65
31.— 4. Juni	14·20	13·99	14·53	12·69	14·61	14·90
5.— 9. „	14·73	14·94	15·37	13·53	15·33	15·51
10.—14. „	14·45	14·62	15·60	14·03	15·09	15·32
15.—19. „	14·14	14·07	15·29	13·85	14·74	15·00
20.—24. „	14·76	14·28	15·65	14·14	15·09	15·36
25.—29. „	15·01	14·38	15·74	14·15	15·20	15·37

Mittlere Zone.

	Gleichenberg	Kalksburg	Wiener Neustadt	Oberschützen	Wien	Ödenburg
30.— 4. Juli	14·76	14·43	15·59	13·73	15·01	15·20
5.— 9. „	15·53	15·23	16·20	14·37	15·76	15·95
10.—14. „	14·65	14·79	15·60	13·78	15·31	15·39
15.—19. „	16·07	16·05	16·78	15·06	16·55	16·63
20.—24. „	15·78	15·78	16·39	14·78	16·18	16·21
25.—29. „	15·71	16·09	16·95	15·48	16·72	16·91
30.— 3. August	15·99	15·99	17·23	15·51	16·74	16·88
4.— 8. „	15·42	15·06	16·66	14·93	16·19	16·35
9.—13. „	15·28	14·83	16·17	14·79	16·06	16·16
14.—18. „	15·61	15·15	16·36	15·01	16·21	16·45
19.—23. „	14·46	13·75	14·95	13·66	14·87	15·13
24.—28. „	14·61	14·24	15·49	14·15	15·51	15·96
29.— 2. Sept.	14·53	12·94	14·25	12·93	14·34	14·84
3.— 7. „	13·78	12·49	13·70	12·44	13·83	14·28
8.—12. „	12·76	11·36	12·59	11·32	12·66	13·29
13.—17. „	11·70	10·29	11·56	10·23	11·53	11·99
18.—22. „	11·93	10·38	11·78	10·31	11·72	12·38
23.—27. „	11·30	10·31	11·44	9·99	11·46	11·88
28.— 2. Oct.	11·53	10·34	11·56	10·13	11·67	12·32
3.— 7. „	10·23	8·93	10·26	8·88	10·33	11·17
8.—12. „	9·56	7·95	9·53	8·20	9·54	10·49
13.—17. „	9·04	7·45	8·85	7·52	8·83	9·85
18.—22. „	8·75	7·30	8·52	7·02	8·43	9·39
23.—27. „	7·42	6·56	7·64	6·28	7·53	8·38
28.— 1. Nov.	6·41	5·36	6·31	5·09	6·16	6·92
2.— 6. „	4·81	4·17	4·80	4·07	4·71	5·12
7.—11. „	4·09	3·93	4·31	3·62	4·29	4·56
12.—16. „	2·39	2·15	2·39	1·91	2·40	2·68
17.—21. „	1·81	1·45	1·74	1·32	1·70	2·28
22.—26. „	1·60	0·97	1·30	0·97	1·22	2·04
27.— 1. Dec.	2·11	1·41	1·83	1·36	1·68	2·48
2.— 6. „	—0.26	—0·31	0·03	—0·64	—0·09	0·59
7.—11. „	—0·28	+0·41	0·65	—0·16	+0·51	0·99
12.—16. „	—0·49	+0·31	0·52	—0·42	+0·43	0·72
17.—21. „	—1·57	—1·15	—0·73	—1·84	—0·89	—0·68
22.—26. „	—2·34	—1·87	—1·30	—2·49	—1·57	—1·17
27.—31. „	—2·62	—1·63	—1·16	—2·66	—1·37	—0·88

Mittlere Zone.

	Preß-burg	Neutra	Schem-nitz	Ofen	Debre-czin	Bistritz	Czerno-witz
1.— 5. Jänner	—2·25	—2·78	—3·81	—2·82	—3·10	—5·67	—3·76
6.—10. „	—1·99	—2·63	—3·28	—2·12	—2·84	—5·06	—3·97
11.—15. „	—1·58	—2·11	—3·13	—1·54	—2·04	—4·27	—3·62
16.—20. „	—1·53	—1·93	—2·53	—1·53	—1·87	—3·59	—3·78
21.—25. „	—0·79	—1·01	—1·77	—0·92	—1·03	—3·17	—3·42
26.—30. „	—0·72	—1·15	—2·12	—0·66	—1·33	—3·04	—3·33
31.— 4. Febr.	—0·52	—0·69	—2·10	—0·73	—1·21	—3·09	—3·35
5.— 9. „	+0·36	+0·08	—1·03	+0·04	—0·07	—2·08	—2·84
10.—14. „	—0·30	—0·17	—1·08	0·05	—0·37	—1·33	—2·24
15.—19. „	+0·08	—0·25	—1·40	0·10	+0·11	—1·95	—1·82
20.—24. „	0·43	+0·16	+0·46	0·91	0·38	—0·69	—1·55
25.— 1. März	1·59	1·72	—0·02	2·00	1·55	—0·55	—0·97
2.— 6. „	2·46	2·44	+0·16	2·78	2·24	+0·69	—0·07
7.—11. „	2·81	2·83	0·70	3·48	2·85	1·17	+0·53
12.—16. „	3·07	2·70	0·98	3·46	2·95	1·55	0·92
17.—21. „	2·93	2·58	0·99	3·54	3·08	1·75	0·93
22.—26. „	4·02	3·99	1·84	4·69	4·55	3·23	2·17
27.—31. „	4·98	4·45	2·67	5·86	5·23	4·12	3·77
1— 5. April	7·25	6·70	4·90	7·89	7·36	5·66	4·76
6.—10. „	7·78	7·46	5·18	8·65	8·23	6·41	5·53
11.—15. „	7·69	7·19	5·41	8·72	7·84	6·74	5·82
16.—20. „	7·70	7·16	5·43	8·77	7·94	5·95	6·21
21.—25. „	8·67	8·03	6·41	10·01	8·98	7·80	6·98
26.—30. „	9·47	8·66	7·10	10·72	9·97	8·64	8·37
1.— 5. Mai	9·70	8·96	7·79	11·01	10·41	9·63	8·78
6.—10. „	10·91	10·46	9·17	12·23	11·90	11·28	10·38
11.—15. „	12·90	12·41	10·95	14·64	13·97	13·09	11·51
16.—20. „	12·77	12·31	10·74	14·55	14·01	12·30	12·17
21.—25. „	13·55	11·46	11·40	14·93	14·46	12·75	12·24
26.—30. „	13·62	11·42	11·80	15·50	14·82	13·27	12·73
31.— 4. Juni	15·29	12·72	12·90	16·71	16·09	14·54	13·50
5.— 9. „	16·22	14·61	14·07	17·65	16·76	14·81	14·11
10.—14. „	15·89	14·85	13·55	17·46	16·56	14·94	14·46
15.—19. „	15·48	14·61	13·49	17·02	16·46	14·75	14·31
20.—24. „	15·87	15·10	13·74	17·52	16·83	15·20	14·68
25.—29. „	15·99	15·19	13·68	17·13	17·06	14·62	14·57

Mittlere Zone.

	Preß-burg	Neutra	Schem-nitz	Ofen	Debre-czin	Bistritz	Czerno-witz
30.— 4. Juli	15·76	14·88	13·47	17·15	16·72	14·87	14·45
5.— 9. „	16·62	15·59	13·87	17·69	17·63	15·02	13·99
10.—14. „	16·16	15·10	13·72	17·40	16·89	14·72	14·63
15.—19. „	17·52	16·47	14·11	18·72	18·08	15·72	15·09
20.—24. „	17·60	16·13	15·01	18·55	17·80	16·24	15·79
25.—29. „	17·68	16·54	15·33	18·72	18·53	16·92	16·23
30.— 3. August	17·52	16·94	15·12	18·72	18·48	16·23	16·05
4.— 8. „	17·15	16·53	14·42	18·34	17·70	15·71	15·44
9.—13. „	16·87	16·33	14·72	18·24	17·46	15·92	15·31
14.—18. „	16·85	16·72	14·34	17·98	17·75	15·26	15·23
19.—23. „	15·57	15·21	13·25	16·90	16·30	14·87	14·77
24.—28. „	15·46	15·81	12·97	16·38	16·76	14·10	14·10
29.— 2. Sept.	13·85	14·47	12·15	15·79	15·61	13·25	13·59
3.— 7. „	14·49	13·97	12·22	15·28	15·25	13·21	13·00
8.—12. „	13·33	12·74	10·94	14·30	14·11	12·01	12·16
13.—17. „	12·09	11·57	9·34	12·76	12·72	10·04	10·95
18.—22. „	12·32	11·73	9·56	13·03	12·75	10·44	10·93
23.—27. „	11·90	11·35	9·54	12·65	12·47	10·54	11·09
28.— 2. Oct.	12·13	11·56	9·80	12·68	12·74	10·42	10·56
3.— 7. „	10·97	10·52	8·16	11·65	11·49	9·15	9·80
8.—12. „	10·12	9·99	8·01	10·65	10·81	8·76	8·78
13.—17. „	9·28	9·44	7·32	9·77	10·12	7·67	8·20
18.—22. „	9·09	8·97	6·75	9·47	9·64	7·34	7·94
23.—27. „	8·00	8·33	6·04	8·49	8·91	6·70	7·45
28.— 1. Nov.	6·73	7·13	5·03	7·11	7·74	6·01	5·99
2.— 6. „	5·17	5·76	3·52	5·58	6·17	4·73	4·41
7.—11. „	4·53	5·43	2·79	4·98	5·50	4·08	2·73
12.—16. „	3·20	3·51	1·29	3·22	3·49	2·33	1·62
17.—21. „	1·60	2·99	0·69	2·43	2·88	2·03	0·82
22.—26. „	1·86	2·32	0·41	1·98	2·52	1·41	0·35
27.— 1. Dec.	1·98	2·64	0·80	2·11	2·60	1·42	—0·39
2.— 6. „	—0·22	0·24	—1·46	—0·18	0·34	—1·55	—1·31
7.—11. „	+0·40	0·41	—0·86	+0·04	0·13	—1·45	—2·34
12.—16. „	+0·28	0·06	—1·31	—0·10	—0·10	—1·92	—2·42
17.—21. „	—0·84	—1·45	—2·04	—0·44	—1·70	—2·22	—2·49
22.—26. „	—1·70	—2·12	—3·04	—1·34	—2·29	—4·09	—2·70
27.—31. „	—1·45	—2·12	—3·03	—1·67	—2·79	—3·68	—3·17

Südliche Zone.

	Trient	Sachsenburg	Triest	Saifnitz	Obir I	Obir III	Laibach
1.— 5. Jänner	—0·08	—5·68	+2·75	—4·82	—3·68	—5·32	—2·41
6.—10. „	+0·39	—4·65	3·48	—4·34	—2·90	—4·99	—2·60
11.—15. „	—0·01	—3·82	3·27	—4·03	—2·69	—5·02	—2·19
16.—20. „	—0·23	—4·81	3·21	—4·43	—2·98	—5·21	—2·66
21.—25. „	+0·73	—2·93	3·93	—2·67	—2·70	—4·83	—0·78
26.—30. „	0·38	—3·73	3·39	—4·09	—2·09	—4·47	—1·89
31.— 4. Febr.	1·44	—2·53	3·94	—3·03	—2·59	—5·05	—0·69
5.— 9. „	2·23	—1·56	4·10	—1·83	—1·89	—4·60	—0·39
10.—14. „	2·47	—1·07	3·88	—2·06	—2·67	—5·48	—0·63
15.—19. „	2·75	—1·67	3·91	—1·87	—2·52	—4·81	—0·75
20.—24. „	3·62	—0·87	4·50	—2·48	—2·62	—5·25	+0·13
25.— 1. März	4·82	+0·49	5·37	—0·86	—1·62	—4·65	1·24
2.— 6. „	5·45	1·26	5·83	—0·33	—1·31	—4·62	2·30
7.—11. „	5·86	1·54	6·19	—0·05	—0·74	—4·30	2·27
12.—16. „	5·87	0·99	5·92	—0·41	—0·62	—3·74	2·33
17.—21. „	6·25	1·71	6·06	+0·03	—0·32	—3·22	2·24
22.—26. „	7·49	3·07	7·22	1·54	+0·84	—2·29	3·77
27.—31. „	7·92	3·92	7·99	1·98	1·74	—1·68	4·68
1.— 5. April	9·17	5·63	9·22	3·62	3·31	—0·96	6·02
6.—10. „	10·93	7·08	10·83	5·08	3·70	—0·76	7·53
11.—15. „	10·75	6·87	10·39	4·89	4·19	—0·40	7·13
16.—20. „	11·26	7·00	10·82	5·04	2·97	—0·68	7·01
21.—25. „	12·02	7·76	11·30	6·46	2·95	—0·46	8·16
26.—30. „	12·66	7·78	11·99	6·75	4·68	+0·15	8·89
1.— 5. Mai	12·73	8·38	12·21	6·74	4·97	0·04	9·10
6.—10. „	13·48	9·44	13·40	8·01	5·96	1·01	10·00
11.—15. „	14·52	10·48	14·58	9·04	6·74	1·74	10·74
16.—20. „	15·19	11·03	15·17	9·87	7·63	2·83	11·80
21.—25. „	15·87	11·66	15·65	10·56	8·21	3·53	11·81
26.—30. „	16·87	12·35	16·44	11·33	8·82	4·28	12·91
31.— 4. Juni	17·44	13·09	17·09	11·95	9·64	5·44	14·10
5.— 9. „	18·23	13·50	18·08	12·77	10·06	5·80	14·68
10.—14. „	18·00	13·31	18·03	12·40	9·80	6·06	14·45
15.—19. „	18·14	13·06	18·05	12·17	9·65	5·95	14·40
20.—24. „	18·49	13·95	18·21	13·03	10·49	6·88	14·66
25.—29. „	19·50	14·40	19·16	13·67	10·68	6·82	13·30

Südliche Zone.

	Trient	Sach-senburg	Triest	Saifnitz	Obir I	Obir III	Laibach
30.— 4. Juli	18·98	13·68	18·67	12·87	10·97	7·13	14·81
5.— 9. „	19·81	14·40	19·50	13·64	10·90	7·23	15·32
10.—14. „	19·15	13·34	18·81	12·99	11·15	7·51	14·61
15.—19. „	20·34	15·20	20·06	14·07	11·35	7·84	15·71
20.—24. „	20·43	14·77	20·23	13·98	11·83	8·20	15·82
25.—29. „	20·12	14·55	20·00	13·50	11·89	8·29	15·29
30.— 3. August	20·17	14·72	20·13	14·08	11·93	8·61	15·83
4.— 8. „	20·17	14·65	20·17	13·72	11·97	8·44	15·81
9.—13. „	19·71	14·24	19·92	13·67	11·91	7·95	15·68
14.—18. „	19·77	13·91	20·05	13·78	11·40	7·21	15·73
19.—23. „	18·16	13·36	18·37	12·60	10·94	7·20	14·26
24.—28. „	18·38	12·66	18·35	12·55	10·70	7·02	14·25
29.— 2. Sept.	18·20	12·98	18·12	12·23	10·37	6·97	13·88
3.— 7. „	16·83	11·76	16·98	11·23	9·77	6·27	13·10
8.—12. „	15·87	10·97	16·23	10·31	9·05	5·64	11·84
13.—17. „	15·13	10·01	15·54	9·46	8·07	4·88	10·80
18.—22. „	15·22	10·20	15·45	9·44	8·00	4·96	11·15
23.—27. „	14·66	9·76	14·94	9·40	7·82	4·86	10·98
28.— 2. Oct.	14·65	9·81	14·95	9·45	7·54	4·73	10·95
3.— 7. „	12·77	8·71	13·25	8·10	6·56	3·71	9·88
8.—12. „	12·76	7·88	13·37	7·38	6·08	3·26	9·34
13.—17. „	11·75	6·79	12·67	6·83	5·63	2·70	9·20
18.—22. „	11·19	6·99	12·55	6·83	5·44	2·73	9·01
23.—27. „	10·33	5·94	11·96	5·56	4·88	2·35	7·69
28.— 1. Nov.	9·27	4·42	10·80	4·66	5·31	1·10	6·51
2.— 6. „	8·08	3·60	9·17	2·90	2·20	—0·55	5·09
7.—11. „	7·09	2·23	8·04	1·58	0·49	—2·35	3·91
12.—16. „	6·24	0·74	7·28	0·36	—0·43	—3·14	2·97
17.—21. „	4·92	—0·01	6·62	—0·36	—1·07	—3·43	2·15
22.—26. „	4·95	+0·19	6·92	+0·35	—1·23	—2·79	2·42
27.— 1. Dec.	4·54	—0·21	6·64	—0·47	—1·22	—2·89	3·01
2.— 6. „	3·18	—1·88	5·17	—2·48	—1·51	—2·67	—0·09
7.—11. „	3·31	—1·93	5·18	—2·28	—1·73	—3·00	—0·26
12.—16. „	2·33	—2·83	4·58	—3·18	—2·49	—3·71	—0·79
17.—21. „	1·53	—3·89	4·19	—4·53	—2·97	—4·38	—1·45
22.—26. „	0·31	—5·07	3·40	—3·59	—3·37	—5·21	—2·34
27.—31. „	0·28	—4·77	3·26	—4·59	—3·74	—5·12	—2·56

Südliche Zone.

	Rudolfswerth	Cilli	Agram	Lesina	Curzola	Ragusa	Valona
1.— 5. Jänner	—2·24	—2·76	—1·66	+6·68	+6·83	+6·67	+6·72
6.—10. „	—1·54	—2·47	—1·02	7 33	7·79	7·49	7·63
11.—15. „	—2·45	—1·74	—1·32	7·02	7·60	7·11	7·45
16.- 20. „	—1·87	—2·21	—1·17	6·90	7·23	6·72	7·09
21.—25. „	—0·79	—0·13	+0·20	7·49	7·70	7·31	7·85
26.—30. „	—0·60	—1·04	—0·09	6·69	6·95	6·88	7·10
31.— 4. Febr.	+0·20	—0·11	+1·02	7·22	7·73	7·56	8·20
5.— 9. „	+0·30	+0·43	0·69	7·48	7·96	7·75	8·59
10.—14. „	—0·16	0·21	0·35	7·13	7·62	7·60	8·35
15.—29. „	—0·29	0·11	0·24	6·94	7·47	7·70	8·17
20.—24. „	+0·48	0·88	1·25	7·20	7·86	8·06	8·33
25.— 1. März	1·81	1·94	2·57	7·95	8·51	8·57	8·86
2.— 6. „	2·53	3·01	3·57	8·31	8·67	8·63	9·11
7.—11. „	3·06	2·89	4·37	8·56	8·99	8·77	9·45
12.—16. „	2·83	2·84	4·12	8·06	8·61	8·33	9·22
17.—21. „	3·03	2·70	4·28	8·23	8·55	8·41	9·14
22.—26. „	4·43	4·20	5·40	9·26	9·45	9·58	10·18
37.—31. „	5·30	5·33	6·47	9·73	10·00	10·19	10·45
1.— 5. April	6·45	6·66	7·74	10·35	10·82	11·20	10·95
6.—10. „	7·76	8·14	9·28	11·71	12·17	12·35	11·92
11.—15. „	7·06	7·76	8·64	11·32	11·51	11·78	10·96
16.- 20. „	7·56	7·47	9·16	11·72	12·00	12·17	11·34
21.—25. „	8·25	8·39	9·86	12·05	12·32	12·78	11·80
26.—30. „	8·93	9·33	10·66	12·51	13·09	13·33	13·03
1.— 5. Mai	9·20	9·48	10·99	12·86	13·31	13·55	13·32
6.—10. „	10·33	10·49	11·98	14·08	14·37	14·44	14·32
11.- 15. „	11·66	12·01	13·37	15·07	16·01	15·42	14·83
16.—20. „	12·18	12·26	13·85	15·39	16·50	15·56	15·07
21.—251 „	12·52	12·70	14·22	15·56	16·90	15·88	15·35
26.—30. „	13·50	13·17	14·86	16·40	16·94	16·50	16·21
31.— 4. Juni	14·27	14·44	15·46	17·02	17·54	17·17	16·83
5.— 9. „	15·37	14·81	16·51	18·10	18·55	18·10	17·94
10.—14. „	14·98	14·49	16·14	18·13	18·66	18·30	18·11
15.—19. „	14·92	14·80	16·12	18·27	18·84	18·38	18·46
20.—24. „	15·03	15·31	16·25	18·60	19·12	18·44	18·69
25.—29. „	16·26	15·59	17·37	19·93	20·38	19·55	20 09

Südliche Zone.

	Rudolfswerth	Cilli	Agram	Lesina	Curzola	Ragusa	Valona
30.— 4. Juli	15·75	14·93	16·99	19·67	19·99	18·98	19·77
5.— 9. „	16·48	15·80	17·93	20·70	21·03	20·19	20·95
10.—14. „	15·30	15·24	17·06	19·48	19·91	19·29	19·53
15.—19. „	16·35	16·34	18·00	20·47	21·11	20·76	20·58
20.—24. „	16·39	16·47	18·06	20·56	21·33	21·09	20·60
25.—29. „	16·19	16·46	17·91	20·44	21·21	20·91	20·22
30.— 3. August	16·27	16·55	18·35	20·70	21·30	20·42	20·25
4.— 8. „	16·28	16·39	18·33	20·63	21·08	20·33	20·11
9.—13. „	16·04	16·48	18·14	20·53	20·90	20·31	20·19
14.—18. „	16·27	16·44	18·24	20·95	21·21	21·28	20·82
19.—23. „	14·62	15·00	16·60	19·49	19·72	19·71	19·30
24.—28. „	14·50	14·77	16·72	19·40	19·68	19·73	19·37
29.— 2. Sept.	14·37	14·64	16·43	19·19	19·66	19·79	19·24
3.— 7. „	13·08	13·80	15·41	18·09	18·72	19·01	18·38
8.—12. „	12·08	12·91	14·37	17·50	18·21	18·50	17·98
13.—17. „	11·17	11·59	13·36	16·69	17·35	17·59	17·16
18.—22. „	11·25	11·95	12·85	16·41	17·01	17·43	16·79
23.—27. „	10·98	11·85	12·09	15·75	16·36	16·84	16·05
28.— 2. Oct.	10·98	11·92	12·15	16·00	16·51	17·01	16·16
3.— 7. „	9·16	10·59	10·57	14·48	15·02	15·46	14·70
8.—12. „	9·56	9·30	10·83	15·09	15·50	16·03	15·22
13.—17. „	9·00	9·33	10·35	14·48	15·12	15·54	14·61
18.—22. „	9·03	9 48	10·58	14·75	15·33	15·68	14·83
23.—27. „	8·37	8·37	9·57	14·43	14·96	15·21	14·53
28.— 1. Nov.	7·21	7·40	7·83	13·75	14·02	14·35	14·08
2.— 6. „	5·61	5·57	5·71	12·53	12·55	12·94	13·00
7.—11. „	4·27	4·49	4·86	11·70	11·85	12·26	12·31
12.—16. „	3·08	3·25	3·87	11·07	11·36	11·46	11·69
17.—21. „	2·31	2·48	3·31	10·51	10·95	10·91	10·95
22.—26. „	3·07	2·94	3·71	10·56	10·94	11·03	10·85
27.— 1. Dec.	2·99	2·94	3·59	10·15	10·47	10·82	10·39
2.— 6. „	1·22	0·13	1·64	8·56	8·86	9·38	8·60
7.—11. „	0·79	0·33	0·29	8·84	8·99	9·43	8·59
12.—16. „	0·01	—0·19	—0·57	8·26	8·52	8·99	7·97
17.—21. „	—0·43	—0·98	—0·50	7·88	8·19	8·55	7·68
22.—26. „	—1·47	—1·85	—0·66	7·11	7·29	7·58	6·92
27.—31. „	—1·32	—2·09	—0·58	7·21	7·12	7·22	6·97

Südliche Zone.

	Szeg e-din	Pancso-va	Arad	Ruszk-berg	Her-mann-stadt	Me-diasch	Schäß-burg	Kron-stadt
1.— 5. Jän.	—2·03	—2·05	—1·29	—1·53	—4·59	—4·66	—5·27	—5·18
6.—10. „	—1·64	—1·84	—1·10	—1·71	—4·15	—4·32	—4·82	—4·92
11.—15. „	—0·75	—1·25	+0·35	—0·56	—3·03	—3·19	—3·59	—4·68
16.—20. „	—0·69	—0·72	0·02	—0·57	—3·35	—3·35	—3·69	—3·89
21.—25. „	+0·27	+0·09	1·13	+0·70	—2·33	—2·02	—2·91	—2·99
26.—30. „	0·17	0·04	1·11	0·81	—2·53	—2·02	—2·78	—2·35
31.—4.Febr.	0·31	0·21	1·37	0·61	—2·42	—1·81	—2·37	—3·31
5.— 9. „	1·54	1·25	2·09	1·26	—1·40	—1·02	—1·40	—1·56
10.—14. „	1·30	0·70	2·62	1·77	—0·57	—0·38	—0·54	—0·61
15.—19. „	1·39	0·93	1·70	0·76	—1·33	—1·29	—1·38	—1·14
20.—24. „	1·37	1·22	2·95	1·52	—0·27	—0·13	—0·42	—0·80
25.— 1. März	2·21	2·41	3·24	1·40	0·00	+0·26	—0·23	—0·10
2.— 6. „	2·94	3·31	4·26	2·56	+1·26	1·71	+0·97	+0·87
7.—11. „	3·36	3·99	5·04	3·86	2·12	2·65	1·96	1·57
12.—16. „	3·35	3·94	4·74	3·48	1·85	2·45	1·93	1·37
17.—21. „	3·29	3·98	4·78	3·39	1·83	2·44	2·09	1·49
22.—26. „	4·89	5·67	6·60	4·62	3·51	4·08	3·75	3·19
27.—31. „	5·88	6·39	7·80	5·57	4·53	5·19	4·75	4·06
1.—5. April	7·99	8·25	8·93	6·64	5·46	6·30	5·81	4·76
6.—10. „	8·31	8·76	9·93	7·98	6·50	7·49	7·10	5·74
11.—15. „	8·03	8·31	9·69	8·08	6·48	7·49	7·10	6·07
16.—20. „	8·19	8·43	9·19	7·68	5·99	7·00	6·69	4·95
21.—25. „	9·25	9·77	10·70	9·04	7·39	8·38	7·97	6·99
26.—30. „	10·36	10·89	11·79	9·98	8·43	9·40	8·92	8·35
1.— 5. Mai	10·81	11·70	12·40	10·51	9·30	10·19	9·80	8·67
6.—10. „	12·59	12·33	14·10	11·94	11·00	12·00	11·53	10·27
11.—15. „	14·19	14·24	15·48	12·95	12·19	13·27	12·73	11·48
16.—20. „	14·25	13·73	15·28	12·30	11·63	12·71	12·23	11·13
21.—25. „	14·91	14·33	15·19	12·34	11·69	12·73	12·24	11·32
26.—30. „	15·52	15·13	16·25	13·29	12·69	13·75	13·23	12·03
31.— 4. Juni	16·57	16·38	17·47	14·64	13·88	15·08	14·48	13·51
5.— 9. „	17·11	17·01	18·16	14·75	13·88	15·13	14·65	13·17
10.—14. „	16·58	16·61	17·86	14·52	13·80	15·04	14·61	13·48
15.—19. „	16·47	16·43	18·30	14·87	14·20	15·53	15·07	13·73
20.—24. „	16·78	16·74	18·07	14·81	14·29	15·58	15·04	14·08
25.—29. „	17·10	16·93	17·82	14·56	14·03	15·33	14·85	13·50

Südliche Zone.

	Szegedin	Pancsova	Arad	Ruszkberg	Hermannstadt	Mediasch	Schäßburg	Kronstadt
30.— 4. Juli	16·93	16·74	18·16	14·87	14·46	15·62	15·15	14·13
5.— 9. „	17·95	17·67	18·32	15·30	14·81	16·03	15·57	14·38
10.—14. „	17·29	16·97	18·01	14·91	14·23	15·38	14·90	13·95
15.—19. „	18·41	18·25	18·66	15·82	15·11	16·22	15·64	14·64
20.—24. „	18·13	17·80	18·72	15·77	15·16	16·28	15·69	15·14
25.—29. „	18·80	18·41	18·97	15·96	15·60	16·74	16·10	15·64
30.—3. Aug.	18·83	18·51	19·35	16·13	15·74	16·86	16·19	15·39
4.— 8. „	17·95	18·07	19·05	15·86	15·44	16·48	15·88	14·87
9.—13. „	17·86	18·20	19·16	16·18	15·56	16·57	15·90	14·86
14.—18. „	18·05	18·33	18·72	16·06	15·28	16·38	15·77	14·59
19.—23. „	16·80	16·92	17·60	15·26	14·41	15·48	14·90	13·94
24.—28. „	17·23	17·14	17·36	14·99	13·95	14·89	14·56	13·46
29.—2. Sept.	16·01	16·14	16·12	13·36	12·50	13·20	12·91	12·78
3.— 7. „	15·33	15·53	17·03	14·18	13·18	13·90	13·64	12·56
8.—12. „	13·97	14·41	15·27	12·66	11·68	12·47	12·17	11·56
13.—17. „	12·60	12·88	13·41	11·16	9·90	10·76	10·46	9·48
18.—22. „	12·70	13·00	14·11	11·86	10·50	11·16	10·93	10·28
23.—27. „	12·64	12·89	14·07	11·95	10·50	11·18	10·73	9·91
28.— 2. Oct.	12·99	13·02	14·36	12·36	10·77	11·53	10·93	9·88
3.— 7. „	11·89	11·89	13·09	11·34	9·56	10·32	9·67	8·88
8.—12. „	11·27	11·44	12·77	10·97	9·16	9·79	9·29	8·37
13.—17. „	10·64	11·00	12·09	10·24	8·38	8·82	8·56	7·22
18.—22. „	10·41	10·57	11·41	9·52	7·71	8·07	7·81	7·03
23.—27. „	9·46	9·65	10·16	8·76	6·80	7·20	6·86	6·53
28.— 1. Nov.	7·92	8·24	9·34	8·22	6·41	6·89	6·39	5·54
2.— 6. „	6·02	6·49	7·49	6·56	4·88	5·47	5·04	4·06
7.—11. „	5·52	5·70	6·99	5·94	4·15	4·66	4·46	2·94
12.—16. „	3·85	3·73	5·55	4·35	2·60	3·01	2·94	1·77
17.—21. „	3·44	3·19	5·68	4·22	2·39	2·64	2·58	1·43
22.—26. „	3·21	2·64	4·83	3·28	1·58	1·67	1·56	0·86
27.— 1. Dec.	3·33	2·89	5·13	3·90	1·91	2·00	1·73	0·74
2.— 6. „	1·16	0·51	2·10	1·10	—1·24	—1·01	—1·34	—1·41
7.—11. „	1·11	0·54	1·65	0·34	—1·74	—1·23	—1·56	—2·00
12.—16. „	1·06	0·30	1·23	0·11	—1·96	—1·39	—1·78	—2·15
17.—21. „	—0·14	—0·36	1·17	0·15	—1·89	—1·43	—1·92	—2·13
22.—26. „	—0·97	—0·65	—0·20	—0·16	—3·20	—2·89	—3·50	—3·48
27.—31. „	1·36	—1·17	—0·21	—0·21	—3·47	—3·36	—3·89	—3·73

Physische Zusammenkünfte von Asteroïden im Jahre 1867.

Von dem w. M. **Karl v. Littrow.**

Mit Benützung meiner allgemeinen Bearbeitung von 36 Asteroïden (Denkschriften XVI. Band) in Bezug auf das hier vorliegende Problem und aus der Durchsicht des Berliner Jahrbuches, welche Herr J. Haag auf meine Bitte ausführte, ergaben sich für 1867 nur folgende gegenseitige Nährungen unter 0·1 der Mittleren Entfernung Sonne — Erde:

Datum	Gegenseitige Distanz in mittleren Entf. ⚳ — ☉	Mittl. Zeit d. Culm.	Halb. Tagb.
(38) Leda. — (82) Alkmene.			
1867 Jänner 7	0·034	$23^h 18^m$	$3^h 31^m$
„ „ 17	0·047	22 55	3 33
„ „ 27	0·053	22 31	3 36
„ Febr. 6	0·065	22 6	3 40
„ „ 16	0·068	21 42	3 44
„ „ 26	0·096	21 16	3 49
(20) Massalia. — (45) Eugenia.			
1867 Jänner 17	0·090	$0^h 44^m$	$4^h 20^m$
„ „ 27	6·082	0 22	4 27
„ Febr. 6	0·078	23 59	4 34
„ „ 16	0·076	23 37	4 41
„ „ 26	0·082	23 14	4 49
„ März 8	0·090	22 51	4 57
(27) Euterpe. — (55) Pandora.			
1867 Sept. 4	0·090	$12^h 23^m$	$5^h 23^m$
„ „ 14	0·079	11 34	5 17
„ „ 24	0·074	10 46	5 12
„ Octob. 4	0·076	9 59	5 8
„ „ 14	0·084	9 14	5 6

Die erste dieser Combinationen gab schon am Ende des Vorjahres eine bemerkenswerthe Proximität, die aber erst heuer das Minimum der Distanz erreichte.

Außerdem scheinen sich noch (39) Laetitia und (66) Maja zwischen September und dem Jahresende einander sehr zu nähern, konnten aber wegen Unsicherheit der Elemente von Maja nicht genauer untersucht werden. (50) Virginia und (72) Feronia kommen Ende Jänner auf 0·14 zusammen.

Von den drei im Jahre 1857 l. c. vorausgesagten Combinationen mit besonderen Annäherungen: Flora-Melpomene, Pomona-Vesta, Euterpe-Proserpina, zeigte nur die letztere eine gegenseitige Distanz nahe an 0·1; bei den beiden anderen sank diese Größe nur auf 0·2 herab — ein Beweis, daß zehn Jahre, für welche ich damals die Vorausberechnung lieferte, bei osculirenden, oft nur auf wenige Oppositionen gegründeten Elementen ziemlich die Grenze bilden, über die man bei solcher Vorhersage nicht hinaus gehen darf. Neue allgemeine Bearbeitungen der Aufgabe für alle Asteroïden, deren Elemente man heute hinreichend genau für solchen Zweck kennt, sind im Gange und die sämmtlichen Zeichnungen der Bahnen in beiden Projectionen bereits vollendet.

Es ist übrigens merkwürdig, daß in den zehn Jahren, während deren ich meine Aufmerksamkeit dieser Sache ununterbrochen zugekehrt und die Zahl der betreffenden Planeten nach und nach auf 90 stieg, sich keine gegenseitige Näherung unter 0·02 ereignete, und daher von einer entschiedenen Einwirkung zweier solcher Körper auf einander noch immer keine Rede war.

Beiträge zur physiologischen und pathologischen Anatomie der Haut.

Von **Dr. Alfred v. Biesiadecki,**
Assistenten der path. Anatomie an der Wiener Universität.
(Aus dem pathologisch-anatomischen Institute in Wien.)

(Mit 3 Tafeln.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 21. Juni 1867.)

Ursprünglich beabsichtigte ich die pathologischen Veränderungen bei den syphilitischen Affectionen der Haut zu bearbeiten. Dieses erforderte jedoch bei der mangelhaften Kenntniß der Anatomie der Hautkrankheiten überhaupt ein genaueres Eingehen in die letztere. Ich stieß darauf auf Fragen über den normalen Bau der Haut, die von der Histologie entweder mangelhaft oder gar nicht beantwortet sind. Da die pathologischen Veränderungen uns neue Anhaltspunkte darboten, so erwuchs daraus die Nothwendigkeit genauer in die Structur der normalen Haut einzugehen.

Ich will deßhalb bevor ich zum eigentlichen Thema meiner Untersuchungen komme, einige Worte über den Bau der Haut, vorwiegend des Stratum Malpighii, voranschicken.

Über den Bau der Epidermis.

Über das Verhältniß der Epidermis zur Cutis drängen sich viele Fragen auf, die noch unbeantwortet sind. Eine der wichtigsten ist die: Bewahrt die Epidermis im entwickelten Zustande beim Menschen noch so weit ihre Selbstständigkeit, daß sie sich immer aus sich selbst regenerirt, oder entwickeln sich die Epithelialzellen des Stratum Malpighii aus den Zellen des Corium.

Ferner wäre zu entscheiden, warum an einzelnen Stellen der Haut de norma ein dickeres Lager von saftigen Zellen des Stratum Malpighii, ja in pathologischen Zuständen sogar eine sehr bedeutende Wucherung derselben sich vorfindet, während an andern Stellen der normalen und erkrankten Haut diese rasch in Epidermidalzellen sich umwandeln.

Die Beantwortung dieser Fragen erforderte ein genaueres Eingehen in den Vorgang, durch welchen die Zellen der Schleimschichte in Epidermidalschollen sich umwandeln.

Die Bildung der Epidermisplättchen aus den Zellen des Stratum Malpighii geht immer vom Kerne der letzteren aus. Je mehr sich nämlich die Zellen der Grenze zwischen letzterem und der eigentlichen Epidermislage nähern, desto mehr schrumpft ihr Kern ein.

Dieser in den Zellen der mittleren Lage der Schleimschichte noch als ein lichthell glänzendes, innerhalb des körnigen Protoplasmas gelegenes, ein Kernkörperchen oder deren zwei einschließendes Bläschen von 0·0021 Millim. Durchmesser wird in den Zellen der oberen Schleimschichte immer kleiner, während zwischen ihm und dem Protoplasma der Zellen ein lichter Hof, einer Vacuole nicht unähnlich, zu Stande kommt.

Aus diesen Zellen fällt auch der Kern nach Härtung der Haut in Chromsäure beim Schneiden mit Leichtigkeit heraus. Es kommt dadurch, wenn überdies die Contouren der einzelnen Epithelialzellen verwischt sind, ein Bild zu Stande, als wenn eine fein moleculäre Masse siebförmig von regelmäßigen Löchern durchsetzt wäre.

Eine Veränderung des Zellenprotoplasmas, ein etwaiges Schrumpfen desselben läßt sich nur vermuthen und auch auf Rechnung dessen die Bildung der Vacuole um den Kern erklären.

An einer ziemlich scharfen Grenze jedoch verwandelt sich das Protoplasma, nachdem der Kern entweder vollständig verschwunden oder zu einem sternförmigen Klümpchen geschrumpft ist, zu einer hornartigen Masse, dem Epidermißplättchen, um, die nur in einigen concentrirten chemischen Reagentien noch quellungsfähig sind. Diese sind jeder weitern Entwickelung unfähige Gebilde, die als solche an der normalen Haut sich allmälig ablösen.

Die Schleimschichte besteht aber nicht einzig und allein aus diesen obbeschriebenen, den epithelialen Charakter darbietenden Zellen. Schon in der normalen Haut, noch mehr aber an jenen Stellen, wo pathologisch die Schleimschichte wuchert, findet man von diesen ganz different gebildete Zellen (Fig. 1). Diese sind meist spindelförmig, sehr schmal, oft mit seitlichen Fortsätzen versehen, ihre Länge entspricht manchmal der Länge zweier Epithelialzellen; sie schließen einen schmalen, langen Kern ein, oft deren zwei, ihr Protoplasma ist stark hellglänzend und im Verhältnisse zu dem der Epi-

thelialzellen wenig körnig, sie liegen endlich meist mit ihrer Axe senkrecht auf die Oberfläche des Corium und es steckt oft einer ihrer Fortsätze in dem Gewebe des Corium selbst. Manchmal sind sie winklig geknickt, indem die Hälfte des Zellenleibes sich zwischen zwei Epithelien parallel zur Oberfläche des Corium hineinschiebt. Im Carmin färbt sich ihr Kern in der Regel dunkler als der der Epithelien.

Die in Rede stehenden Zellen sind namentlich dort deutlich zu verfolgen, wo die Epidermidalzellen gerifft sind, indem ihre Oberfläche vollkommen glatt erscheint.

Ich muß vor Allem bemerken, daß man zur Ansicht dieser Zellen nur an absolut dünnen, wo möglich nur eine einzige Lage von Zellen haltenden Schnitten gelangen kann, indem die über, oder unterhalb derselben gelegenen Epithelialzellen sie sonst vollständig verdecken.

Das an solchen Schnitten sich darbietende oben beschriebene Bild erinnert lebhaft an jene Zellen, welche v. Recklingshausen und Engelmann [1]) in der Substantia propria und im Epithel der Cornea als wandernde Zellen beschrieben haben.

Eine directe Untersuchung auf Locomotion derselben läßt sich aus leicht begreiflichen Gründen in der Haut nicht anstellen, jedoch vermuthen. Man findet nämlich, wie oben beschrieben, diese Zellen noch zum Theile im Gewebe des Corium liegen, zum Theile schon zwischen den Epithelialzellen (Fig. 1 und 11); zwischen diesen selbst sind sie bald gestreckt, bald winden sie sich in mannigfacher Richtung zwischen ihnen durch, wobei sie selbst bis an die Grenze der Hornschichte gelangen. Alles dieses läßt schließen, daß sie ähnlich den „wandernden Zellen" aus dem Corium in das Stratum Malpighii gelangt sind, und dort in mannigfacher Richtung zwischen den Epithelialzellen beim Absterben verblieben.

Was nun das Vorkommen dieser Zellen betrifft, so findet man sie am deutlichsten ausgeprägt an jenen Hautstellen, an welchen die Schleimschichte eine größere Mächtigkeit besitzt, also vorwiegend an der Volarseite der Finger, reichlicher bei Kindern und jugendlichen Individuen, spärlicher an anderen Hautstellen und bei älteren Individuen; manchmal schienen sie ganz zu fehlen, namentlich an Cadavern entnommener Haut.

---

[1]) Über die Hornhaut des Auges von Engelmann. Leipzig 1867.

Durch Kochen frischer Haut in concentrirter Kali- und Natronlösung oder in verdünnter Salpetersäure gehen die Zellen zu Grunde; sie lassen sich jedoch nach vorausgegangener Härtung der Haut in stärkerer Chromsäurelösung, durch Kochen in verdünnter Salpetersäure isoliren. Man muß nur die Vorsicht beobachten, die Haut so lange zu kochen, als sich die Schleimschichte von der Cutis mit Leichtigkeit abheben läßt. Es fallen dann die Zellen der Schleimschichte mit Leichtigkeit auseinander und man überzeugt sich, daß außer den Epithelialzellen noch lange, spindelförmige Protoplasmamassen mit einem hellen Kerne und ohne besonders scharfe Begrenzungsmembran sich vorfinden.

Die Untersuchung ist an ganz frischen Hautstücken gemacht, die meist von Amputationsstümpfen unmittelbar nach der Operation entnommen, in verdünnte Chromsäurelösung auf 10—14 Tage gelegt wurden.

Schon dieser Umstand des Hineingelangens der ursprünglich im Corium gelegenen Zellen in die Schleimschichte würde es wahrscheinlich machen, daß sich letztere aus dem ersteren entwickele und nicht als ein selbstständiges Gebilde für sich vorhanden sei.

Eine solche Annahme wird noch durch Folgendes gestützt:

Bei Neugebornen besteht das Corium an der Grenze der Schleimschichte meist aus einer gleichförmigen, fein-moleculären Protoplasmamassa, welche bei Betrachtung mit stärkeren Vergrößerungen nicht jene scharfe Grenze gegen die jüngsten Zellen der Schleimschichte zeigt, wie wir sie mit kleineren Vergrößerungen und an dickeren Schnitten zu sehen gewohnt sind.

Man findet vielmehr einen directen Übergang dieser Protoplasmamassa in die Epithelialzellen, indem die kleinen innerhalb des Protoplasmas gelegenen Körnchen, die sich von den übrigen des Protoplasma nur durch ihre stärkere Imbibition in Carmin unterscheiden, sich vergrößern und um sie herum sich eine Partie des Protoplasma mit einer mehr oder weniger scharf ausgeprägten Verdichtungs-Membran abgrenzt.

Die Begrenzungsmembran dieser Zellen der Schleimschichte ist, wie es Henle [1]) beschrieben, noch immer sehr zart, das Proto-

[1]) Handbuch der Anatomie des Menschen. II. Bd., S. 3 u. Canstatt's Jahresbericht v. J. 1850. S. 22.



plasma stark glänzend, ihr Kern ein kleiner in Carmin sich stark roth imbibirender, solid aussehender Körper. Eine Theilung dieser Zellen ist nicht nachzuweisen.

In der nächsten Reihe sind die Zellen der Schleimschichte größer, ihr Protoplasma deutlicher gekörnt. Der Kern derselben erscheint als ein lichtes in Carmin sich färbendes, ein Kernkörperchen, seltener deren zwei einschließendes Bläschen, die Verdichtungsmembran dieser Zellen ist dick, in der Regel gerifft und erst diese gehen die Metamorphose in Epidermidal-Schollen ein.

Nicht jede Haut eignet sich zur Untersuchung dieser Verhältnisse; am besten sind sie zu verfolgen an der Haut von Neugebornen, die unmittelbar nach dem Tode in sehr schwache Chromsäurelösung gelegt wurde.

Dieses Verhalten legt uns nahe, an die unmittelbare Abstammung der jüngsten Zellen der Schleimschichte aus einer Protoplasmamasse, die dem Corium angehört, zu glauben, aus einer Protoplasmamasse, die unmittelbar in das feinstreifige Gewebe des Corium selbst übergeht.

Resumé.

Diese Untersuchung weiset also nach oder macht es wahrscheinlich:

1. Daß die Bildung von Epidermisschollen aus den Zellen der Schleimschichte mit dem Schrumpfen des Kernes der letzteren beginnt.

2. Daß die Schleimschichte außer den Epithelialzellen noch andere, mehr den Charakter der Bindegewebszellen an sich tragende Zellen besitzt;

3. daß diese Zellen, aus dem Gewebe das Corium stammend, in die Schleimschichte hineingelangt sind, und

4. daß die jüngsten Zellen des Stratum Malpighii aus einer kernhaltigen Protoplasmamasse, die dem Corium angehört, sich entwickeln.

Zur pathologischen Anatomie der Haut.

Ich bin nicht in der Lage, eine erschöpfende Darstellung des anatomischen Befundes bei den mannigfachen Hautkrankheiten zu geben, da mir nicht immer das entsprechende Material zu Gebote stand. Ich will in der vorliegenden Arbeit nur auf jene pathologischen

Vorgänge hinweisen, welche uns weitere Belege für die oben ausgesprochenen Ansichten zu geben im Stande sind; zugleich will ich aber einige Formen der durch Syphilis bedingten Hautaffectionen besprechen, die den eigentlichen Ausgangspunkt vorliegender Arbeit gebildet haben.

Es hat schon die Beobachtung am Krankenbette und für einzelne Fälle auch der anatomische Befund constatirt, daß die mannigfachen Formen, in welchen sich uns die Hauterkrankungen präsentiren, in einem und demselben Processe, nämlich Entzündung bestehen, der durch seine verschiedene Intensität, durch die Ausbreitung und die Localisation in den verschiedenen Hauttheilen die Mannigfaltigkeit der Formen bedingt.

Auch für die meisten durch Syphilis hervorgerufenen Hautaffectionen mußte der entzündliche Charakter zugegeben werden. Einige Anatomen suchen wenigstens für einzelne Formen der syphilitischen Affectionen nach specifischen Gebilden und glauben in diesen Neubildungen gefunden zu haben, die entweder mit specifischen Elementen versehen sind (E. Wagner[1]), Robin, oder durch ihren Bau, ihre Gesammteinrichtung, so wie Hinfälligkeit ihrer Elemente sich charakterisiren. (Virchow)[2]).

Die größere Anzahl der Anatomen hält jedoch fest an dem entzündlichen Charakter der syphilitischen Affectionen.

Auspitz[3]), der die Gleichartigkeit des anatomischen Befundes bei *Lupus*, *Syphilis* und *Scrophulose* näher hervorhob, hätte eigentlich auch auf die Gleichartigkeit dieser Zustände mit dem durch die Dermatitis hervorgerufenen die Aufmerksamkeit lenken sollen.

Wir werden in einigen für die Syphilis als specifisch angenommenen Affectionen der Haut eine Form der Entzündung kennen lernen, die vermöge ihrer Localisation die charakteristischen Merkmale der Syphilis hervorruft und damit zugleich den Grund der folgenden Metamorphose der gesetzten Producte im vorhinein enthält.

Zugleich muß ich hier bemerken, daß nicht allein an der Haut, sondern auch in den inneren Organen die Entwicklung des sogenann-

---

[1]) Archiv f. Heilkunde IV. und V. Jahrgang.

[2]) Geschwülste. II. Bd.

[3]) Über Zelleninfiltration der Lederhaut bei Lupus, Syphilis und Scrophulose. Jahrb. der Gesellschaft der Ärzte in Wien 1864.

ten syphilitischen Gumma auf dieselbe Weise, wie in der Haut vor sich geht, wie ich mich zu wiederholten Malen an dem Gumma des Gehirnes, Hodens, Herzen, der Leber und Milz überzeugen konnte. Die Veröffentlichung dieser Untersuchungen behalte ich mir jedoch für eine passendere Gelegenheit vor.

Erythematöse und phlegmonöse Hautentzündung.

Erstere als Entzündung der oberen Schichten des Corium, letztere als Entzündung des ganzen Corium und des subcutanen Bindegewebes besteht nach den Angaben der meisten Anatomen, wie Rokitansky, Simon, Bährensprung, Förster u. A. in einer Infiltration des Corium mit einem serösen Exsudate, wobei es in seltenen Fällen zur Eiterbildung in der Cutis kommt. Nach Rayer [1]) befällt das einfache Erysipel *(Dermatitis erythematosa)* nicht blos die Gefäßlage der Haut, sondern ergreift die Haut in ihrer ganzen Dicke, so wie das Unterhautzellgewebe; das phlegmonose Erysipel unterscheidet sich vom einfachen nur durch den stärkeren Grad der Zellgewebsentzündung.

Nach meinen Untersuchungen über den Gesichtsrothlauf kann ich nur die Angaben von Rayer bestätigen. Beide genannte Formen stellen sich als Zelleninfiltration der ganzen Cutis und des Unterhautzellgewebes heraus, die nur beim phlegmonösen Erysipel durch größeren Reichthum der Zellen sich auszeichnet. Die geschwellte und gespannte Haut war an der Leiche entweder von einer dicken großblätterigen Epidermislage oder von einer braunen Kruste bedeckt, nach deren Abziehen die Oberfläche durch die geschwellten Hautpapillen ein feinzottiges Aussehen bekam. Alle Schichten des Corium und das Fettgewebe ist von einer Unzahl von Zellen durchsetzt, welche an Größe und Form den weißen Blutkörperchen gleichen, in Carmin sich schwach rosaroth färben und deren reichlich gekörntes Protoplasma den meist einfachen Kern nur undeutlich durchschimmern läßt.

Das bindegewebige Maschenwerk, innerhalb dessen diese Zellen zerstreut eingebettet liegen, ist an den Stellen von geringerer Erkrankung von normaler Beschaffenheit. Die einzelnen Bindegewebs-

---

[1]) Theoretisch-practische Darstellung der Hautkrankheiten. Deutsch von Stannius. Berlin 1839.



fibrillen sind noch deutlich contourirt und normal breit; in dem Masse, wie die Zellen an Menge zunehmen, verlieren sie ihre scharfe Begrenzung, sie nehmen an Breite zu, sind aufgequollen, endlich bleibt eine in Carmin sich schwach rosafärbende homogene Masse als Überrest derselben zurück. Auf diese Weise kommt eine Absceßhöhle zu Stande, die meist in der Spitze der Papille liegt und nur hie und da von vereinzelten, manchmal durchgerissenen und dann spiralig gewundenen elastischen Fasern durchzogen wird.

Die einzelnen Bindegewebsfasern sind in der erysipelatösen Haut überdies stärker auseinander gedrängt, als es der Menge der eingelagerten Zellen entspricht, weil außer den letzteren noch eine Flüssigkeit vorhanden ist, welche das Gewebe gleichmäßig durchsetzt.

Im Bereiche der infiltrirten Haut sind die Blutgefäße erweitert, von Blutzellen erfüllt, ihre Wände unverändert und scharf begrenzt gegen die zellenreiche Umgebung. Erst in der Nähe der Absceßbildung verschwinden die Contouren derselben und nur das zu einer braunen Masse zerfallende Blut bezeichnet ihren Verlauf. — Die Epidermis und die Hautdrüsen verhalten sich passiv. Beinahe die ganze Schleimschichte ist an der Leiche zu einer Hornschichte oder Kruste vertrocknet, so daß nach dem Abziehen dieser blos die tiefste Zellenreihe der Schleimschichte an den Papillen haften bleibt. Der Zusammenhang dieser Zellen ist gelockert, ihre Membran verdünnt. Der Kern derselben ist aufs Doppelte vergrössert, seine Contouren stellenweise nur mit Mühe erkennbar, wie zu einem wasserhaltigen Bläschen umgewandelt, in welchem meist ein Kernkörperchen, seltener deren zwei liegen. Diese hydropische Anschwellung der Epidermidalzellen setzt sich auch auf die Zellen der Haarbälge fort, welche bedeutend aufgequollen sind, so daß man sie blos an der gefalteten Membran erkennen kann, da der Kern in der Regel verschwunden ist. Auch die Zellen der äußeren Schichte der Talgdrüsen vergrößern sich durch Aufnahme des Exsudates während die inneren Talghältigen zu einer breiigen Masse zerfallen sind.

Dieser anatomische Befund ergab sich mir sowohl in jenen Fällen, in welchen die Kliniker die Diagnose eines erythematösen Erysipels gestellt haben, als auch bei den phlegmonösen Entzündungen der Haut. Die Zellenwucherung reichte in beiden Fällen bis tief ins subcutane Bindegewebe, am Ohrläppchen z. B. bis an das

Perichondrium, mit dem Unterschiede blos, daß beim erythematösen Erysipel die Zellenwucherung nicht den hohen Grad erreichte, wie beim phlegmonösen, und daß es beim ersteren nicht zur Bildung von Absceßhöhlen gekommen ist.

Nach dieser Untersuchung muß ich annehmen, daß es bei jedem Erysipel nicht allein zu einer Infiltration des Corium durch ein seröses Exsudat, sondern zugleich zu einer reichlichen Zellenproduction kommt, und daß beide bis tief ins subcutane Gewebe greifen, wodurch die starke Spannung der Haut auch erklärt wird.

Die Acuität des Processes und die reichliche seröse Durchfeuchtung des Gewebes bedingt ferner die starke Quellung der Epidermidalgebilde bis zum völligen Platzen der Zellen, die Quellung der Bindegewebsfasern bis zu ihrer vollständigen Auflösung zu einer homogenen Masse, wie es bei der Absceßbildung vor sich geht.

Da es zum Vergleiche mit der syphilitischen Induration von Wichtigkeit ist, will ich das Verhalten der Blutgefässe an der erysipelatösen Haut hervorheben. Selbst an jenen Stellen, die sich durch eine reichlichere Zellenproduction auszeichnen, läßt sich außer einer Erweiterung der Gefäßlumina durch angehäufte Blutkörperchen in den Gefäßwänden keine besondere Veränderung erkennen, die sich etwa durch eine Verdickung dieser oder durch Reichthum ihrer Kerne manifestiren würde.

Auch die Zellenwucherung innerhalb des Gewebes der Haut ging nicht reichlicher in der Nähe der Gefäße, als entfernter von diesen, vor sich.

Syphilitische Induration des Praeputium.

Die syphilitische Induration — den Hunter'schen Schanker — habe ich an zwanzig circumcidirten Präputien, die ich durch Gefälligkeit der Herren Professoren Hebra und Sigmund zur Untersuchung bekommen habe, studirt, und kann über dieselbe Folgendes angeben.

Die ausgebildete Induration stellt sich bekannter Weise als eine Zelleninfiltration der Papillen, des Corium und des subcutanen Zellgewebes heraus. Die die Infiltration bedingenden Zellen gleichen den bei der Dermatitis beschriebenen; es sind ebenso runde, ein- bis zweikernige, aus fein punktirtem Protoplasma bestehende Zellen, welche die Bindegewebsfasern gleichmäßig auseinander drängen.

Diese Fasern behalten an der Infiltrationsstelle ihre normale Breite, sie sind nicht aufgequollen, wie bei der Dermatitis, sie sind ferner allem Anscheine nach dichter und resistenter geworden, indem sie chemischen Reagenzen durch längere Zeit Widerstand leisten. Different von der Dermatitis ist nur die Anordnung der Zellen; sowohl an jenen Stellen, wo eine reichliche Zellenwucherung das ganze Gewebe durchsetzt, als auch und zwar noch mehr in deren Umgebung, findet man, daß das Nachbargewebe der Blutgefäße insbesondere reichlich oder die Wände letzterer allein von Zellen durchsetzt sind.

Die Capillarwände der Papillen sind verdickt von einem glänzenden starren Ansehen, sie schließen zahlreiche in das Lumen sowohl als auch nach Aussen promonirende Kerne ein, die Adventitia der Arterien und Venen ist durch zahlreiche, dichtgestellte, runde, spindelförmige und verästigte Zellen bis aufs dreifache verdickt. Das Lumen der Gefäße verengt, jedoch wie zahlreiche Injectionen nachweisen, durchgängig (Fig. 2).

Nimmt die Induration noch zu, so sieht man in der Umgebung derselben die Adventitien der Gefäße zuerst in reichlicher Wucherung und erst dann vergrößern und theilen sich die nächst anliegenden Bindegewebszellen, die mittelst ihrer Fortsätze (Fig. 2) mit den in der Adventitia gelegenen anastomosiren.

Diese Wucherung der Gefäßwand findet sich jedoch nicht allein an jenen Stellen, wo es zur Zellenwucherung innerhalb des Gewebes kommt, sie breitet sich vielmehr an allen jenen Präputien, wo die Induration durch besondere Härte sich auszeichnete, auch auf die Wand der größeren Gefäße, welche in dem lockern Zellgewebe zwischen beiden Blättern des Präputiums liegen, aus, und kann von da peripher die Adventitia der Äste dieser Gefäße ergreifen, so daß bei vorhandener Induration z. B. des inneren Blattes des Präputiums sämmtliche Gefäße der Papillen des äußeren Blattes am ganzen abgetragenen Stücke diese Veränderung zeigen.

Während dieses Vorganges innerhalb der Papille erleidet die Schleimschichte anfangs keine besondere Veränderung, und erst mit der Zunahme der Zellenwucherung im Corium verwischt sich die Grenze zwischen der Schleimschichte und dem letzteren.

Man findet dann die äußere Schleimschichte noch von Epithelzellen gebildet und von einer meist normal dicken Hornschichte

bedeckt. Je näher der Papille, desto kleiner werden die Zellen, sie behalten eine Strecke weit noch ihren epithelialen Charakter, endlich gleichen sie vollkommen den in der Papille gelegenen.

Schreitet der Proceß weiter fort, dann wird die epitheliale Lage immer dünner, es gelangen jene Bildungszellen, die die Schleimschichte ersetzen, an die Oberfläche, zerfallen daselbst und es kommt auf diese Weise zur Bildung eines Geschwürs. Dieser Zerfall kann sich in die Tiefe fortsetzen, indem auch die Bindegewebsfasern zu einer körnigen Masse zerfallen.

Diese Untersuchung gibt uns Aufschluß über einzelne noch nicht entschiedene Vorgänge bei der syphilitischen Induration.

Man hat sich nämlich bestrebt auf verschiedene Weise die Ursache der besonderen Härte der indurirten Hautstelle zu erklären.

Bährensprung [1]) erklärt die Schankerinduration als ein von vorn herein festes Krankheitsproduct.

Nach Michaelis [2]) sollen degenerirte von dichten Kapseln umgebene Exsudatschollen die Härte der Induration bedingen.

Ricord [3]) nimmt als Erklärungsgrund den Erguß einer plastischen Lymphe in das Bindegewebe an.

Auspitz [4]) findet, weder im klinischen, noch im mikroskopischen Befunde einen genügenden Aufschluß über die besondere Härte der syphilitischen Induration.

Nach dem früher Mitgetheilten erklärt sich die Induration im Gegensatze zur Weichheit der einfach entzündeten Stelle nicht durch die Anzahl, noch durch die Beschaffenheit der das Gewebe durchsetzenden Zellen, sondern dadurch, daß, während bei der Dermatitis neben der Wucherung der Zellen eine das Gewebe gleichmäßig tränkende, die Zellen und die Fibrillen aufquellende Flüssigkeit ausgeschieden wird, in der Induration ein trockenes, anämisches Gewebe, starre und resistente Bindegewebsfasern, bedeutend verdickte Gefäßwände zugegen sind. Diese Trockenheit der Induration, die eben die Härte hervorruft und die Anämie hat ihren Grund in der

---

[1]) Mittheilungen aus der Abtheilung und Klinik für syphilitische Kranke. Annalen des Charité-Krankenhauses. Berlin 1860.

[2]) Virchow's Archiv Bd. 24.

[3]) Leçons sur le chancre red. et publ. par Alfred Fournier. Paris 1860.

[4]) L. c. pag. 20.



Wucherung der Gefäßwände, wodurch eine seröse Durchfeuchtung des Gewebes erschwert und andererseits eine Verengerung der Gefäßlumina bedingt wird.

Es erklärt sich daraus ferner, warum die syphilitische Induration zu einer moleculösen Masse zerfällt und warum die Resorption so langsam vor sich geht.

Diese Untersuchung dürfte uns ferner einen Aufschluß über die Art der Infection des Organismus geben, die wir uns als Folge der Resorption des syphilitischen Virus vorstellen. Man ist nämlich durch Untersuchungen an Thieren und Menschen zu der Überzeugung gelangt, daß die Blutcapillaren von perivasculären Räumen umgeben und die Adventitien der Blutgefäße zum Theile wenigstens dem Lymphgefäßsystem beizuzählen sind.

Wir haben nun die Zellen derselben in reichlicher Wucherung gesehen, wir haben gesehen, wie diese Wucherung weit über die indurirte Stelle hinaus die Gefäße ergreift und wissen aus der täglichen Erfahrung, daß beim längeren Bestehen der Induration die größern Lymphgefäße als dicke Stränge bis zur indurirten Stelle über dem *Dorsum penis* sich verfolgen lassen und daß die entsprechenden Lymphdrüsen an dem Processe sich betheiligen.

Diese in dem Lymphgefäßsystem sich entwickelnden Zellen können demnach mit Leichtigkeit in den Lymphstrom und hiemit in das Blut gelangen und werden zu den Trägern des Contagium.

Nicht durch Resorption, d. i. durch Aufnahme flüssiger oder zerfallender fester Stoffe, wobei der Weg, den diese nehmen uns unbekannt ist, kommt es zur Infection des Organismus, sondern das Weitergreifen der Entzündung auf die Lymphgefäße und Drüsen, die Entwickelung von Zellen in denselben und das Hineingelangen dieser Zellen, als lebensfähiger Elemente, in den Lymphstrom, dürfte als Ursache der allgemeinen Erkrankung angesehen werden.

Hervorheben will ich ferner die Art der Geschwürsbildung. Wäre die Schleimschichte ein in ihrem Wachsthum vom Corium unabhängiges Gebilde, so müßte bei zunehmender Zellenwucherung im Corium immer eine scharfe Grenze zwischen den Zellen desselben und den Epithelialzellen vorhanden sein und beim Zerfall des Coriums letztere abgestossen werden; wir finden aber bevor es zur Geschwürsbildung gekommen ist, einen allmäligen Übergang der Zellen inner-

halb des Coriums in die Epithelialzellen, als Beweis, daß letztere aus den erstern sich entwickeln.

Erst bei einer reichlicheren und schnelleren Wucherung der Zellen ist ihnen die Möglichkeit der Metamorphose benommen und es treten an die Stelle der Epithelialzellen runde Bildungszellen, die dann zerfallen und die Basis des Geschwüres (Fig. 3) bilden.

Bei dem bestehenden Streite über die Dualität des syphilitischen Virus wäre es von Wichtigkeit auch den anatomischen Befund bei beiden Processen kennen zu lernen.

Ich habe fünf Fälle von weichen Schankergeschwüren untersucht und war nicht in der Lage in vier Fällen von diesen ein von der Induration abweichendes Bild zu finden. Alle vier zeigten die vorwiegende Erkrankung der Blutgefäßwände, die ich bei der syphilitischen Induration beschrieb, nur im geringern Grade. In einem dieser Fälle fehlte jedoch diese und es zeigten sich die der Dermatitis eigenthümlichen Veränderungen, nämlich Erweiterung der Blutgefäße, Quellung der Bindegewebsfibrillen und der Zellen des Stratums Malpighii etc. (Fig. 5). Lindwurm [1]) hat auf einen derartigen Unterschied der weichen Geschwüre von den indurirten hingewiesen.

Ich wage es nicht aus diesem einzigen Falle einen Schluß zu ziehen, da die übrigen vier von einem so gediegenen Praktiker, wie Prof. Sigmund, als weiche bezeichneten Geschwüre sich nach dem anatomischen Befunde als dem indurirten gleich herausstellten, und zwar um so weniger, als nicht abzusehen ist, warum am Präputium nicht eine einfache Dermatitis vorkommen sollte, mit der wir vielleicht in diesem Falle zu thun gehabt haben.

Nach dieser Untersuchung der syphilitischen Induration stellt sich endlich die Gleichartigkeit des anatomischen Befundes bei derselben und der Dermatitis heraus, nur in Folge der Localisation der Erkrankung auf die Gefäßwand entstehen die der Induration eigenthümlichen Merkmale.

Macula syphilitica.

Man betrachtet die *Macula syphilitica* als eine umschriebene Hyperaemie der Blutcapillaren, wobei es entweder zu Haemorrhagien

---

[1]) Würzburger medicinische Zeitschrift. J. 1862.



oder zur Transfusion des Blutrothes mit nachheriger Pigmentbildung kommt.

Nach meinen Untersuchungen ist auch bei der *Macula syphilitica* die Gefäßwand das vorwiegend erkrankte.

Man findet an der Stelle derselben die Wand der Capillargefäße mit zahlreichen nach Innen und Aussen prominirenden Kernen versehen, überdies von einer stellenweise unterbrochenen Reihe von Zellen umgeben. Diese Zellen gleichen vollkommen an Grösse und Beschaffenheit den weißen Blutkörperchen oder den bei der Dermatitis das Gewebe durchsetzenden Zellen. Sie liegen um das Gefäß in einem lichten Raume (Fig. 6) der nach Aussen von einem deutlichen Contour begrenzt ist. Dieser Contour verlauft auch an allen Stellen, wo keine Zellen vorhanden sind, der Gefäßwand parallel und schließt hie und da oblonge Kerne ein.

Die Adventitia der größeren Gefäße des Coriums schließt im Bereiche der Macula runde und spindelförmige Zellen ein.

Am deutlichsten ist die Zellenwucherung an der Adventitia jener Gefäße, die zur Papille ziehen, ihr Lumen ist verengt, während das der Capillaren in der Papille etwas erweitert erscheint.

Sowohl die Bindegewebszellen als die Bindegewebsfasern zeigen keine merkliche Veränderung, nur hie und da liegen zerstreut Körnchen von braungelbem Pigment zwischen denselben.

Die *Macula syphilitica* stellt sich demnach als Erkrankung der Blutgefäßwände, die sich durch Vermehrung der körnigen und zelligen Elemente derselben kundgibt.

Es frägt sich nur um die Bedeutung der die Capillaren umgebenden Räume und um den Ursprung der in denselben gelegenen Zellen.

Ich glaube diese Räume für perivasculäre Lymphgefäße halten zu müssen, wie diese von vielen Anatomen an verschiedenen Orten nachgewiesen wurden und zwar aus folgenden Gründen:

1. Besitzen sie einen deutlichen Contour, der parallel zur Gefäßwand verlauft und in dem oblonge Kerne zerstreut liegen, so daß man ihnen eine sie begrenzende Membran, ähnlich der der Capillargefäße, zuschreiben muß.

2. Dieser Contour ist auch zugegen an jenen Stellen, wo keine Zellen in dem Raume vorhanden sind und verläuft da in derselben Entfernung und parallel zur Gefäßwand.

3. Im Raume selbst sieht man keine Elemente, wie z. B. Bindegewebsfasern, die darauf hinweisen würden, daß es das durch die neugebildeten Zellen abgehobene Bindegewebe der Umgebung wäre.

Ich muß also diese Räume für schon vorgebildete und in diesem Falle von Zellen zum Theile ausgefüllte Räume — Lymphgefäße — halten.

Was die zelligen, die Lymphgefäße ausfüllenden Elemente betrifft, so ist ihr Ursprung sehr schwer nachzuweisen. Da sie die ersten Anfänge der Lymphgefäße erfüllen, so läßt sich schwer annehmen, daß sie an einer andern Stelle sich entwickelt haben und nur hieher zugeschwemmt worden sind.

Sie mußten also an Ort und Stelle sich gebildet haben und da ist es zu vermuthen, daß sie aus der Capillarwand sich entwickelt haben, indem einerseits die Kerne derselben in reichlicher Wucherung sich vorfinden, andererseits andere Anatomen die Entwickelung von Zellen aus den Gefäßwänden beobachtet haben. So gibt Schwann [1]), Remak [2]) und Stricker [3]) die Entwickelung der Blutzellen aus der Blutgefäßwand an. Mir gelang es jedoch nicht den Zusammenhang dieser Zellen mit der Capillarwand nachzuweisen.

Breite Condylome.

Die breiten Condylome stellen flache bis kreuzergroße Erhabenheiten der Haut mit glatter oder schwach papillärer Oberfläche dar, welche in der Mitte oft zerfallen und das condylomatöse Geschwür darstellen.

Sie erweisen sich bei der mikroskopischen Untersuchung als zellige Infiltration des Corium insbesondere der Papillen, aber auch der oberflächlichen Lagen des subcutanen Zellengewebes.

Die in den Papillen abgelagerten Zellen gleichen vollkommen den bei der Dermatitis auftretenden. Es sind ebenfalls runde, den Lymphzellen an Größe gleichende, einkörnige Zellen, welche gleichförmig zwischen den aufgequollenen Bindegewebsfasern der Papillen eingestreut sind.

---

[1]) Mikroskopische Untersuchungen pag. 185.

[2]) Entwickelungsgeschichte pag. 40.

[3]) Studien über den Bau und das Leben der capillaren Blutgefäße. Sitzungsberichte der Akad. in Wien. Bd. 52.

Dem entsprechend haben die Papillen an Länge und Breite zugenommen.

Die Epidermis nimmt an dieser Bildung keinen activen Antheil, vielmehr findet man die Zellen derselben ursprünglich getrübt, die sich zwischen die Papillen einschiebenden Fortsätze der Schleimschichte (Fig. 4) verschmälert, gleichsam comprimirt; endlich kommt es zum Zerfalle der Epithelialzellen und es liegt die vergrößerte Papille nackt zu Tage.

Bemerkenswerth ist das Verhalten der Blutgefäße. Untersucht man nämlieh kleine sich noch vergrößernde und noch nicht zerfallende Condylome, so bemerkt man mit Leichtigkeit, daß die Adventia der zu der Papel hinziehenden größeren Gefäße selbst auf größere Entfernung erkrankt ist und daß bei dem Weitergreifen des Processes in den nächst anliegenden Papillen die Erkrankung stets von der Wand des Blutgefäßes ausgeht. Man findet nämlich in den anliegenden Papillen, ähnlich, nur nicht in dem Grade, wie bei der syphilitischen Induration, die Kerne der Capillarwand vergrößert und vermehrt, ebenso die die Adventitia bildenden Zellen, und erst nachträglich kommt es zur Zellenneubildung im nächstliegenden Gewebe.

Ist es einmal zur vollständigen Zelleninfiltration der Papillen gekommen, dann läßt sich die geringe Wucherung der Gefäßadventitien nur sehr schwer erkennen, dann kommt es auch zur Erweiterung der Blutcapillaren, die oft beim Zerfall der infiltrirten Papillen als knäuelartig gewundene und von Blutkörperchen strotzende Schlingen dem Zerfalle längere Zeit trotzen (Fig, 4).

Spitze Condylome.

Ich erwähne dieselben aus einem zweifachen Grunde: 1. um einen Vergleich mit den breiten Condylomen, mit denen sie noch oft identificirt werden, anzustellen und 2. weil sie ein gutes Beispiel für eine hochgradige Wucherung der Schleimschichte abgeben.

Fig. 8 stellt uns ein beginnendes spitzes Condylom dar. Nach links sind die mehr weniger noch normalen Papillen mit ihrem normal dicken Epidermidalbelege. Je mehr wir uns nach Rechts wenden, desto mehr verlängern, aber auch verschmälern sich die weiter aus-

einanderstehenden Papillen, indem sich zwischen sie eine reichliche Lage von Epithelialzellen hineinschiebt.

Auch bei den spitzen Condylomen findet man die zelligen Elemente innerhalb der Papillen vermehrt, jedoch nicht in dem Grade um aus ihnen die Verlängerung der Papillen erklären zu können. Ferner sind diese Zellen meist spindelförmig, oft mit Ausläufern versehen, sie tragen an sich die Kennzeichen lebensfähiger, sich zu Bindegewebsfasern umstaltender Zellen. Zahlreiche Gefäßdurchschnitte durchziehen die Papille, so daß allem Anscheine nach entweder eine Neubildung oder wenigstens eine vermehrte Schlängelung der normalen Blutgefäße stattgefunden hat.

Die Hauptmasse der Neubildung fällt jedoch beim beginnenden spitzen Condylom auf die Epidermis und zwar auf die Schleimschichte derselben, während verhältnißmäßig nur ein sehr dünnes Hornblatt die letztere überzieht.

Es frägt sich nun:

1. auf welche Weise kommt es zu einer so reiclichen Neubildung von Epithelialzellen und

2. wieso geschieht es, daß diese Zellen eine so geringe Neigung zur Verhornung zeigen.

An vielen von mir untersuchten Condylomen ließ sich keine von diesen Fragen entscheiden. An einem etwa erbsengroßen aus dem Perineum ausgeschnittenen Präparate lassen sich jedoch beide erledigen.

Man findet in demselben die Schleimschichte bedeutend gewuchert und die Zellen der mittleren Schichte derselben in reichlicher Theilung.

Die Zellen aus dieser Schichte sind (Fig. 7) deutlich gerifft, mit einer reichlichen Protoplasmamasse versehen, sie schließen einen vergrößerten, oft bisquitförmigen Kern ein, die meisten jedoch deren zwei, ja einige selbst drei vollkommen gesonderte Kerne.

Es unterliegt also keinem Zweifel, daß die Schleimschichte ihre größere Mächtigkeit der Theilung der Epithelialzellen selbst verdankt. Man kann jedoch diese Massenzunahme der Epidermis nicht allein auf Rechnung dieser Zellentheilung setzen, indem andere Umstände noch für eine andere Entwicklung derselben sprechen.

Diese sind:

1. Die reichlichere Anhäufung von Zellen im Umfange der Papillen, so daß ungeachtet die Grenze zwischen Schleimschichte und den Papillen bei kleiner Vergrößerung ziemlich scharf erscheint, man viele Zellen, die noch innerhalb der Papillen liegen, bei Betrachtung mit stärkeren Vergrößerungen für Epithelialzellen halten muß.

2. Würde die Schleimschichte sich blos durch Theilung ihrer Zellen verstärken, so müßte diese Theilnng vor Allem in jenen Zellen vor sich gehen, welche der Papille am nächsten liegen, was aber in diesem Falle nicht stattfand. Bei einer Theilung der Zellen der mittleren Schleimschichte müßten nämlich sowohl die den Papillen als auch die der Hornschichte näher gelegenen Zellen ihren Ursprung von diesen getheilten Zellen nehmen. Sie müßten also in beiden diesen Schichten gleichen Charakter besitzen, was auch nicht der Fall ist. — Ich muß mir vielmehr den Vorgang derartig vorstellen, daß die innerhalb der Papille gelegenen und schon den Epithelien ähnliche Zellen zu den innersten Zellen der Schleimschichte werden, daß sie gleichsam als noch nicht vollständig zu Epithelien ausgebildete Zellen eine Zeit lang zu ihrer Metamorphose bedürfen, während welcher Zeit sie durch die aus der Papille nachrückenden Zellen in die mittlere Schleimschichte verdrängt und dort gleichsam nach erlangter Reife theilungsfähig werden.

3. Für diese Ansicht spricht endlich noch der Umstand, daß innerhalb der Schleimschichte des spitzen Condyloms sich reichliche Zellen vorfinden, die noch den bindegewebigen Charakter beibehalten haben und die ich als in der normalen Schleimschichte nur spärlich vorkommend beschrieben habe. Sie zeichnen sich in der Schleimschichte des Condyloms besonders durch Reichthum an Fortsätzen aus, welche in mannigfachster Richtung die Schleimschichte durchziehen und in manchen Fällen auch pigmentirt und dann schon bei kleineren Vergrößerungen sichtbar sind (Fig. 9).

Das reichlichere Vorkommen dieser Zellen dürfte auch den Grund abgeben, warum die Zellen der Schleimschichte eines spitzen Condyloms ihre Succulenz beibehalten, indem sie als reichlich anastomosirende Zellen ähnlich einem Canalsystem der Schleimschichte aus der Papille Nahrungsmaterial zuzuführen scheinen.

Aus der Beschreibung des anatomischen Befundes bei den breiten und spitzen Condylomen ist auch der bedeutende Unterschied in

dem Charakter dieser beiden Gebilde ersichtlich — ein Unterschied, der von vielen Seiten, wie von Simon [1]), Rindfleisch [2]) noch geleugnet wird.

Die breiten Condylome werden bedingt durch Zellenneubildung innerhalb der Papillen, wodurch diese breiter und länger werden, durch Neubildung von Zellen, die keiner weitern Entwicklung fähig, dem Zerfalle oder der Resorption anheimfallen. Die Epidermis betheiligt sich an der Bildung gar nicht, sie geht höchstens retrograde Metamorphosen ein — ein Vorgang wie er bei der Dermatitis stattfindet. Das spitze Condylom dagegen wird bedingt durch Neubildung von Zellen innerhalb der Papillen, die einen stationären, lebensfähigen Charakter an sich tragen und neben gleichzeitiger Wucherung der Epidermis, sich zu Bindegewebe umwandeln, eine Neubildung im vollen Sinne des Wortes.

Der anatomische Bau erklärt ferner, warum das breite Condylom näßt, woher der Name nässende Papel, warum dagegen das spitze trocken bleibt.

Auch das sogenannte subcutane Condylom, endocystische C, welches als papilläre Wucherung in eine Talgdrüse beschrieben wird, habe ich an mehreren Exemplaren zu untersuchen Gelegenheit gehabt. Immer stellte es sich als Wucherung der Enchymzellen der Talgdrüse heraus ohne Neubildung von Papillen. (Siehe die Beschreibung der Abbildung, Fig. 10.)

Ekzem.

Wir wollen hier blos jene Form des Ekzem besprechen, welche sich nach Hebra durch Bildung von haufenweise stehenden Knötchen oder Bläschen auszeichnet.

Es kommt nach Hebra zu einer Exsudation in Form von Knötchen und Bläschen, welche letztere entweder platzen und dann eine nässende Stelle zurücklassen, oder sich zu Pusteln und Krusten entwickeln.

Der anatomische Hergang dieser Erkrankung ist nicht näher bekannt.

---

1) Hautkrankheiten 1854. S. 247.

2) Handbuch der path. Gewebelehre. 2. Lieferung.

Vor Allem interessirt uns die Bildung der Knötchen und Bläschen. Auch beim Ekzem ist der Hauptsitz der Erkrankung der Papillarkörper. Die Papillen sind nämlich an umschriebenen Stellen der Haut etwas verbreitert und verlängert. Beides wird durch eine Infiltration der Papillen mit zelligen Elementen und einer klaren, serösen Flüssigkeit bewirkt. Die Bindegewebskörperchen der Papillen zeichnen sich durch ihre Größe und Succulenz aus, sie sind jedoch auch an Zahl vermehrt.

Das Vorhandensein einer serösen Flüssigkeit im Gewebe der Papille gibt sich durch das Auseinandergedrängtsein der gequollenen Bindegewebsfasern kund. Beides läßt sich an Präparaten, die in Chromsäure aufbewahrt waren, constatiren. Über diese derartig veränderten Papillen erleidet auch die Schleimschichte eine besondere Erkrankung.

Es ziehen nämlich in die Schleimschichte zahlreiche spindelförmige Zellen hinein, die noch zur Hälfte in der Papille, zur Hälfte schon zwischen den tiefsten Zellen der Schleimschichte liegen. Sie drängen beim weitern Vordringen die Zellen der Schleimschichte auseinander und gelangen selbst bis an die Hornschichte. In der Schleimschichte zwischen zwei Papillen (Fig. 11) bilden diese Zellen oft ein ziemlich dichtes Netz, indem sie dieselbe in verschiedener Richtung durchsetzen.

Innerhalb dieses Netzwerkes liegen dann die etwas aufgequollenen Epithelialzellen, deren Protoplasma weniger gekörnt erscheint.

Diese umschriebene Infiltration der Papillen und der Schleimschichte bildet das ekzematöse Knötchen.

Im weiteren Verlaufe kann es zur Bildung eines Bläschens kommen. Dieses geht auf die Weise vor sich, daß die Zellen-Neubildung innerhalb der Papillen zunimmt und daß die oberflächlichen Zellen der Schleimschichte sich bedeutend aufblähen, vielleicht auch platzen und daß die Epidermis darüber abgehoben wird. Die Zellen der mittleren Schleimschichte sind dabei stärker aufgequollen oder sie sind getrübt, wie von einer staubigen Masse erfüllt; ihr meist vergrößerter Kern schwer erkennbar.

Um desto genauer stechen dann die oben beschriebenen spindelförmigen Zellen, die in einer noch reichlicheren Menge wie beim Knötchen die Schleimschichte durchziehen, hervor.

Wir haben schon beim spitzen Condylom der reichlicheren Entwickelung der Bindegewebszellen innerhalb der Schleimschichte Erwähnung gethan und hervorgehoben, daß diese Zellen gleichsam als Saftcanäle das Nahrungsmaterial der Schleimschichte zuführen dürften. Bei dem acut entwickelten Ekzem finden wir diese Zellen in noch reichlicher Menge in die Schleimschichte gelangen und in dieser selbst ein dichtes Netzwerk bilden.

Sie sind hier viel deutlicher zu verfolgen, indem ihr sonst sehr schmaler Leib an Breite zugenommen hat. Wir sehen aber auch zugleich, daß mit dem reichlicheren Vorkommen dieser Zellen in der Schleimschichte dieser auch eine reichlichere Menge der die Papillen tränkenden Flüßigkeit zugeführt wird, ja manchmal in so einem Übermaaß, daß die Epidermis durch diese in Form einer Blase abgehoben wird. Wird die das Bläschen begrenzende Epidermis entfernt, dann sickert die Flüssigkeit aus der Oberfläche der Schleimschichte hervor — nässendes Ekzem. —

Dieser Befund gibt uns auch den Weg an, den das in die Papille ausgeschiedene Exsudat durch die Schleimschichte zur Oberfläche machen dürfte.

Es scheint nämlich, daß nicht die Epithelialzellen der Schleimschichte, welche der Osmose in Folge ihrer dicken oft geriffen Begrenzungsmembran nicht besonders günstig sind, dieses Exsudat aus den Papillen an die Oberfläche setzen [1]), sondern jenes obenbeschriebene aus weiche, einer dicken Begrenzungsmembran entbehrender Protoplasmamasse bestehende, die Schleimschichte in allen Richtungen durchziehende Netzwerk.

Auf welche Weise aus einer Blase oder einem Knötchen eine Pustel entsteht, will ich beim Herpes näher besprechen.

Herpes Zoster.

Ich habe Gelegenheit gehabt bei einem an Pneumonie verstorbenen und mit Herpes Zoster pectoralis behafteten Manne den Zoster in allen seinen Stadien genauer untersuchen zu können.

Man fand da Gruppen von Knötchen und Bläschen, die ganz das anatomische Bild der beim Ekzem auftretenden Knötchen und

---

[1]) Siehe Rindfleisch l. c. pag. 229.

Bläschen gaben, nebenan aber auch Gruppen von Pusteln, deren Entwickelung ich hier genauer erörtern will.

Wir haben gesehen, wie beim Knötchen und Bläschen die Papillen durch Zellenneubildung und durch Aufnahme eines serösen Exsudates sich vergrößert haben, wie die Schleimschichte von zahlreichen spindelförmigen Zellen durchsetzt war, zwischen welchen die vergrößerten oft getrübten Epithelialzellen lagen.

Soll es zu einer Pustel kommen, dann nehmen innerhalb der Papille die zelligen Elemente bedeutend zu, die das ganze Corium und einen Theil des Unterhautzellgewebes gleichmäßig durchsetzen. Die Blutgefäße innerhalb der Papillen sind erweitert, von Blutkörperchen strotzend.

Aus den Papillen schieben sich noch zahlreicher als beim Bläschen die spindelförmigen, bindegewebigen Zellen in die Schleimschichte hinein, zugleich theilen sie sich reichlich, so, daß die Epithelialzellen durch eine Reihe runder Zellen auseinandergedrängt (Fig. 12), comprimirt sind und als schmale gegen die Hornschichte senkrechte Leisten verlaufen.

Dieses Bild bekommt man am deutlichsten am Rande einer sich vergrößernden Pustel; gegen die Mitte derselben kommt es zu einer stärkeren Wucherung dieser Zellen, und es bilden sich mitten in der Schleimschichte kleine Eiterherde, welche in einem Fachwerk liegen, das aus den zusammengepreßten zu Hornplatten umgestalteten Epithelialzellen der mittleren und oberen Schleimschichte gebildet wird.

Die Epithelien der unteren Schleimschichte betheiligen sich dagegen an dem Proceße selbst, indem sie sich theilen, oft zu mehrere Kerne einschließenden Mutterzellen werden, die an der Basis der Pustel, also über dem verflachten und zellig infiltrirten Corium liegen, manchmal jedoch auch in das Fachwerk gelangen.

Das die Pustel durchziehende Fachwerk entsteht hiemit nach meinen Untersuchungen, die mit den Angaben der meisten Anatomen, wie Auspitz und Basch [1]), Ebstein [2]) etc. übereinstimmen, aus den auseinandergedrängten und zusammengepreßten Epithelialzellen der mittleren und oberen Schleimschichte und aus den die Schweißgänge und Haarbälge zusammensetzenden Zellen. Beide, sowohl die

---

[1]) Virchow's Archiv. B. XXVIII S. 337.

[2]) Virchow's Archiv. B. XXXIV S. 598.

Schweißdrüsen als die Haarbälge betheiligen sich an der Bildung der Delle, wie es mir zahlreiche Präparate beweisen.

Dieses Fachwerk wird ausgefüllt von Zellen, die nach der Angabe der meisten Anatomen nur aus den Epithelialzellen, nach meinen Untersuchungen jedoch vorwiegend aus jenen die Schleimschichte reichlich durchziehenden Bindegewebszellen und nur zum geringeren Theile aus den Zellen der tiefsten Schleimschichte sich entwickeln.

Wir sehen also, daß diese beim Herpes-Knötchen und Bläschen reichlicher in der Schleimschichte auftretenden Bindegewebszellen bei der Steigerung des Processes zu einer Pustel, an der Bildung dieser einen activen Antheil durch ihre reichliche Theilung nehmen.

Resumé.

Um die Resultate vorliegender Untersuchungen zusammen zu fassen, will ich an die bei der Besprechung des Baues der normalen Haut hervorgehobenen anknüpfen.

I. Wir haben gesehen, daß in der normalen Schleimschichte an manchen Stellen der Hautoberfläche einzelne, einen bindegewebigen Charakter darbietende Zellen, welche aus dem Corium in dieselbe gelangt sind, zwischen den Epithelialzellen sich vorfinden. Diese Zellen nehmen in pathologischen Zuständen, in denen ich zuerst auf sie aufmerksam wurde, an Menge zu, und betheiligen sich am Processe auf verschiedene Weise und in verschiedenen Graden:

1. Bei Massenzunahme der Schleimschichte, wie beim spitzen Condylom, kommen sie reichlicher vor und bekommen zahlreiche unter einander anastomosirende Ausläufer.
2. In acuten Processen, wie Ekzem, Herpes gelangen diese Zellen ebenfalls an Zahl vermehrt in die Schleimschichte und bilden oft ein dichtes Netz, welches dieselbe bis an die Hornschichte durchzieht.
3. Bei der Pustelbildung drängen diese Zellen in Folge ihrer reichlichen Theilung die Epithelien der Schleimschichte auseinander, und diese bilden das die Pustel durchziehende Maschenwerk.

II. In der oben aufgestellten Ansicht, daß die jüngsten Zellen der Schleimschichte sich aus dem Corium entwickeln, bestärkt uns:

1. Die Geschwürsbildung bei der syphilitischen Induration. Es kommt nämlich bei dieser zu einem allmäligen Übergange der Zellen, welche die Infiltration der Papillen bedingen, zu den Epithelialzellen der Schleimschichte, nicht aber zu einem einfachen Abstoßen derselben.
2. Der Umstand, daß in allen jenen Fällen, bei denen eine Dickenzunahme der Schleimschichte erfolgt, eine reichliche Zellenwucherung im Corium stattfindet.

III. Obwohl nach den vorigen Angaben die Schleimschichte aus dem Corium wächst, so kann sie doch auch in Folge der Theilung ihrer Zellen aus dem mittleren Stratum an Mächtigkeit zunehmen, wie beim spitzen Condylom.

IV. Die weiteren Resultate der vorliegenden Untersuchung beziehen sich auf den Vergleich des anatomischen Befundes, wie er bei einigen Formen der Entzündung und der syphilitischen Affectionen der Haut sich herausstellte.

1. Bei allen geschilderten Formen kommt es zur Zellenwucherung innerhalb des Corium.
2. Den Ausgangspunkt der Erkrankung bilden bei den syphilitischen Affectionen zum Unterschiede von den übrigen Entzündungsformen die Blutgefäßwände, wodurch die für die ersteren charakteristischen Merkmale zum Theile ihre Erklärung finden.
3. Auch die *macula syphilitica* beruht auf einer Kern- und Zellenwucherung der Gefäßwände.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel I.

Fig. 1. Schleimschichte von der Haut eines Fingers. *a* Spindelförmige zwischen den Epithelien gelegene Zellen, *a'* eine solche mit zwei Kernen *a''* mit dem Corium *b* noch zusammenhängend.

Fig. 2. Aus der Umgebung einer syphilitischen Induration des Präputium, die Gefäße injicirt, *a* ein größeres Gefäß, der Schnitt hat blos die wuchernde Adventitia getroffen. *b* ein kleines Gefäß, dessen injicirtes Lumen, *c* dessen Adventitia in reichlicher Zellwucherung. Die Bindegewebszellen in der Umgebung vergrößert und mit den die Adventitia zusammensetzenden in Anastomose.

Fig. 3. Aus der Umgebung eines indurirten syphilitischen Geschwürs des Präputium, *a* die Schleimschichte, *b* eine von Zellen durchsetzte Papille, *c* das injicirte Capillargefäß der Papille mit zahlreichen und vergrößerten Kernen in seiner Wand; *e* die Grenze zwischen der Schleimschichte und der Papille, welche bei *d* sich verwischt, wo runde Zellen an die Stelle der jüngsten Epithelien der Schleimschichte getreten sind.

Alle drei Zeichnungen sind unter Hartnak's Linse Nr. 10 à l'immersion gemacht.

Fig. 4. Breites Condylom. *a* Hautpapillen, die je mehr nach rechts, desto länger und breiter werden in Folge einer Zelleninfiltration, *b* das verschmälerte zerfallende *Stratum Malpighi; c* in Folge Zerfalls der Epidermis bloßliegende, mit Gefäßschlingen versehene Papillen; *d* ein größeres Gefäß, dessen Adventitia verdickt ist. Vergrößerung 70.

Tafel II.

Fig. 5. Aus der Umgebung eines weichen Schanker-Geschwürs. *a* Aufgequollene Epithelien der Schleimschichte; *b* Corium, *d* Papille.

Die Bindegewebsfasern von runden Zellen und von einer serösen Flüssigkeit auseinandergedrängt. *c* Das erweiterte Capillargefäß der Papille mit einer verdünnten (Nr. 10 à l'immersion) Wand.

Fig. 6. Blutgefäß mit dem Lymphraum aus einer *Macula syphilitica*. *a* Blutgefäß, *b* der Lymphraum von einer Contour *c* genau begrenzt, in der oblonge Kerne *d* verlaufen. Im Lymphraume liegen an dieser Stelle blos spärliche runde Zellen (Nr. 10 à l'immersion).

Fig. 7. Geriffte Epithelialzellen aus der mittleren Schleimschichte eines spitzen Condyloms, die einen Kern oder deren zwei einschließen. Hartnack Nr. 10 à l'immersion.

Fig. 8. Beginnendes spitzes Condylom. *a* subcutanes Zellgewebe, *b* noch normal große Papillen, die nach rechts bei *c* sich verlängern, *d* das an Mächtigkeit stark zugenommene *Stratum Malpighi.*

Fig. 9. Ein spitzes Condylom aus der Haut des Perineum ausgeschnitten. *b* Vergrößerte Papillen, *d* gewuchertes *Stratum Malpighi* mit verästigten und pigmentirten Bindegewebszellen. Fig. 8 und 9. Vergrößerung 70.

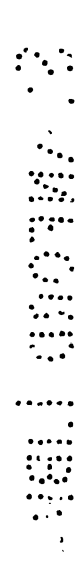
Tafel III.

Fig. 10. Subcutanes Condylom; *a* verdünnte Haut mit den abgeflachten Papillen, *d* zwei Talgdrüsenlappen durch die bindewebige Scheidewand *e* von einander getrennt. *b* das gewucherte Drüsenparenchym, *c* die Mündung beider Lappen an der Hautoberfläche. Die Höhlen beider Lappen erfüllte reichlicher Talg, der beim geringen Drucke sich auspressen ließ. Vergrößerung 70.

Fig. 11. Ekzemknötchen. *c* Papille, *b* Schleimschichte, *a* spindelförmige Zellen, die reichlich die Schleimschichte durchziehen. *a'* mit mehreren Kernen, *a''* zur Hälfte noch im Corium steckend.

Fig. 12. Schleimschichte aus einer beginnenden Pustel eines Zoster; *a* die auseinander gedrängten Epithelien der mittleren Schleimschichte; *b* runde Zellen aus der Wucherung der spindelförmigen Zellen entstanden.

Die Zeichnungen führte Dr. C. Heitzmann naturgetreu aus.




10.
c
a
b
d
d
a
b
a
b
12
a
b
a
a
a
11.
b
b
a
a
a
c

Beitrag zur Entwickelungsgeschichte der Cutis.

Von Dr. **Alex. Kusnetzoff** aus Charkow.

(Aus dem physiologischen Institute der Wiener Universität.)

(Mit 2 Tafeln.)

(Vorgelegt in der Sitzung vom 18. Juli 1867.)

Die Entwickelungsgeschichte der Cutis, in Bezug auf die ersten Stadien, ist wesentlich die Entwickelungsgeschichte von Bindegewebsmassen; denn die elastischen Fasern, die Muskelfasern, die Haare und Haarbälge und die Drüsen sind spätere Bildungen, welche in dem Folgenden nicht speciell berücksichtigt worden sind. Bekanntlich ist die Ansicht der Histologen über die Entwickelung des Bindegewebes getheilt. Einige lassen nur die Bindegewebskörperchen aus Zellen entstehen, während nach ihnen die Fasern aus einer ursprünglich amorphen Zwischensubstanz hervorgehen, andere dagegen sind der Meinung, daß auch die letzteren aus den Zellen und zwar aus den Fortsätzen, welche sie treiben, gebildet werden. Als der erste Begründer dieser letzteren Ansicht, die auch die meinige geworden ist, muß Theodor Schwann genannt werden. (Mikroskopische Untersuchungen über die Übereinstimmung in der Structur und dem Wachsthume der Thiere und Pflanzen. Berlin 1839, S. 132 ff.) Nach Schwann sollen sich die nach zwei entgegengesetzten Polen getriebenen Fortsätze der Länge nach spalten, auffasern und durch diesen Zerfall die zum Bündel vereinigten Bindegewebsfibrillen entstehen. Der Kern soll schließlich resorbirt werden. Ich kann mich ihm hierin nicht anschliessen. Die Fortsätze fasern sich nicht auf, sondern sie theilen sich während ihres Wachsthums dichotomisch, verdünnen sich dabei und wachsen dann unmittelbar als Bindegewebsfibrillen weiter.

Die Bündel kommen dadurch zu Stande, daß sich eine größere Anzahl solcher Fibrillen zusammenlagert und mit einander weiter wächst. Die Kerne werden nicht resorbirt, sondern bleiben den Bündeln, an deren Bildung sie sich betheiligt haben, angelagert. Daß ihre Anzahl dann im Verhältnisse zu den früheren Stadien gering er-

scheint, beruht wie ich glaube nicht darauf, daß ein Theil von ihnen untergegangen wäre, sondern vielmehr auf dem unverhältnißmäßigen Wachsthum der in Fibrillen umgewandelten Fortsätze, welche jetzt die Hauptmasse des ganzen Gewebes ausmachen.

In Fig. 1 sieht man die tiefere Schicht der Cutisanlage von einem 4 Cent. langen Schweinsembryo aus chromsaurem Kali gezupft. Fig. 2 zeigt einen Durchschnitt durch die Cutis eines 5 Cent. langen Rindsembryo. *A* ist die Epidermis, auf welche dann die verschiedenen Schichten der Cutis folgen. Fig. 3 ist ein Durchschnitt durch die Haut eines 8 Cent. langen Rindsembryo und Fig. 4 ein Durchschnitt durch die Haut eines 8 Cent. langen Schweinsembryo. In beiden zeigt sich eine Vermehrung der Zellenschichten der Epidermis und namentlich deutlich in Fig. 4 eine in die Cutis eingedrückte Hervorwölbung des *rete Malpighii*, aus der später ein Haar mit seinen Wurzelscheiden hervorgehen wird. Fig. 5 ist demselben Präparate, wie Fig. 4 entnommen, aber einer tieferen Schicht. Hier werden wir sogleich auf etwas aufmerksam gemacht, was ich bei meinen Beobachtungen überall gefunden habe. Sobald die Cutisanlage eine gewisse Entwickelung erreicht hat, findet die Neubildung von Zellen massenhaft nur noch in den der Epidermis zunächst liegenden Schichten, viel spärlicher in der Tiefe statt.

Wegen der oberflächlich stattfindenden Neubildung müssen natürlich Lager, welche der Epidermis anfangs nahe lagen, sich später von ihr entfernen und in die Tiefe hinabrücken, und so erklärt sich auch das Eindringen der Haarbälge in die tieferen Schichten als einfache Wachsthumserscheinung, ohne daß man anzunehmen braucht, die Haarbälge müßten die schon gebildeten Cutislager gewaltsam auseinander drängen.

Fig. 6 ist Cutis von einem 17 Cent. langen Schweinsembryo aus chromsaurem Kali gezupft und Fig. 7 *a*, *b*, *c*, *d* stellt die Übergänge bis zu dieser Entwickelungsstufe dar: *a* ist von einem 4 Cent. langen Schweinsembryo, *b* von einem solchen von 6 Cent., *c* von einem solchen von 8 Cent. und *d* von einem solchen von 17 Cent. Fig. 8 und 9 zeigen Durchschnitte durch die Haut des 17 Cent. langen Schweinsembryo, an welchen man zugleich das weitere Wachsthum der Haarbälge sieht; sie sind in Fig. 9 der Quere nach geschnitten; in Fig. 8 sieht man einen schräg verlaufenden Längsschnitt. Ein etwas späteres Stadium sieht man in Fig. 10 an einem aus der Cutis eines

43 Cent. langen Rindsembryo gewonnenen Schnitte. In Fig. 11 sieht man einen Durchschnitt aus einer tieferen Schicht, von demselben Rindsembryo entnommen. Fig. 12 und 13 stellen obere und tiefere Schichten von einem 67 Cent. langen Rindsembryo dar.

Alle Embryonen hatten drei bis vier Wochen hindurch in einer Lösung von chromsaurem Kali gelegen; dann wurden kleine Stücke der Rückenhaut in Alkohol gehärtet, dann in eine Mischung von Wachs und Öl eingebettet, geschnitten, mit Carmin infiltrirt und in einprocentiger Chlornatriumlösung untersucht. Die Objecta, welche für die Zeichnungen gedient haben, wurden theils in Glycerin, theils in Farrant'sche Mischung eingeschlossen.

Es handelt sich nun zunächst darum näher zu begründen, daß die Faserbündel wirklich direct aus Zellenfortsätzen hervorgehen. Ich verweise zu diesem Zwecke auf Fig. 7 *e*, *f* und *g*. Davon sind *e* und *f* beide einem Büffelembryo von 35 Cent. entnommen, *g* einem Rindsembryo von 43 Cent., demselben von dem wir in Fig. 10 und 11 Durchschnitte gesehen haben. Niemand, der die entsprechenden Präparate gesehen, konnte zweifeln, daß hier die Zellenfortsätze direct in Fibrillen übergehen und sich als solche den Bündeln derselben anlegen. An Fig. 7, *f* wurde durch längere Zeit und von mehreren Beobachtern das Flottiren der anhängenden Zellen bei jeder kleinen Bewegung des Deckglases gesehen. Ich habe noch viele ähnliche Präparate gesehen und an ihnen die Zellenfortsätze als Fibrillen hinreichend weit verfolgt. Ich habe aber die Anzahl der Abbildungen nicht unnöthig vermehren wollen. Daß ich nicht wie Schwann an eine Auffaserung der Fortsätze glaube, rührt daher, daß ich die letzteren schon frühzeitig in sehr feine spitz und fadenförmig auslaufende Äste dichotomisch verzweigt gesehen habe, wie ich die Theilungen in Fig. 7, *c* und *d* nicht als Resultat einer secundären Spaltung ansehen kann, sondern nur als eine Asttheilung, die aber etwas später eingetreten ist als beispielsweise die eine der in Fig. 7, *a* verzeichneten.

Anfangs kann man an den mit Carmin imbibirten Fortsätzen das an seiner feinkörnigen Beschaffenheit und stärkeren Imbibition kenntliche Protoplasma noch eine gute Strecke weit verfolgen; später aber zeigt der weiter wachsende Fortsatz nicht mehr die Beschaffenheit des Protoplasma, sondern er scheint dann in seiner ganzen Dicke schon aus der leimgebenden Substanz zu bestehen, welche eben das

Material der Bindegewebsfasern ist. Ich habe indessen an einzelnen Fortsätzen locale Verdickungen gesehen, in welchen, wo sie größer waren, deutlich etwas körnige Substanz eingelagert war; andere noch größere zeigten einen ausgebildeten Nucleus, so daß man das Bild von zwei in einen Faden eingeschalteten Zellen, oder wenn man will das Bild von zwei durch einander zugewendete Fortsätze vereinigten Zellen vor sich hatte. Es scheint mir nicht unwahrscheinlich, daß in solchen Fällen, die eine Zelle ein Abkömmling der anderen ist, so daß sich zuerst eine Verdickung des Fortsatzes gebildet hat, in diesem eine Ansammlung von Protoplasma und in diesem der Kern.

Die angelegten Bündel sind anfangs dünn und verdicken sich nach und nach, wie dies beispielsweise die Vergleichung von Fig. 11 und Fig. 13 zeigt. Es zeugt dies gegen Mandl (Recherches sur le développement des tissus fibrillaires, Anat. micr. Tom. II. p. 281. Compt. rend 1857. Avril Nr. 16. Canstatt (Henle) Jahresbericht 1852, S. 21) und Hessling, welche die Fasern in der Weise aus dem Blastem entstehen lassen, daß sich durch einen Spaltungsproceß erst gröbere dann feinere Elemente bilden.

Welche Bewandtniß hat es nun mit der Zwischensubstanz, aus welcher nach einigen Histologen die ganze Masse der Bindegewebsfasern hervorgehen soll?

Wenn man die Figuren 2, 3, 4 und 5 ansieht, so bemerkt man leicht, daß die Zellen und ihre Fortsätze einander nicht unmittelbar berühren, nicht den ganzen Raum ausfüllen; es muß also noch etwas zwischen ihnen sein, und dies ist es, was man die Zwischensubstanz genannt hat. Betrachtet man nun aber die Cutis von solchen 5 bis 8 Centimeter langen Embryonen im frischen Zustande, so bemerkt man leicht, daß dieselbe in hohem Grade wasserreich und von gallertartiger Consistenz ist. Zugleich sieht man, daß die Zellen und ihre Fortsätze stärker lichtbrechend sind, als die Zwischensubstanz, und daß sie feste und bestimmte Contouren haben, während man an den Rändern der Durchschnitte einen Contour der Zwischensubstanz von einem Zellenfortsatze zum anderen meistens nicht verfolgen kann. Es geht hieraus hervor, daß die große Masse der festen Theile der Cutisanlage in den Zellen und ihren Fortsätzen zu suchen ist, dagegen ihr großer Wassergehalt hauptsächlich auf Rechnung der sogenannten Zwischensubstanz kommt. Es ist schwer über den Aggregatzustand dieser jedenfalls sehr weichen und wasserreichen Masse im Leben

etwas auszusagen, aber es ist nicht unmöglich, daß sie im Leben vollkommen flüssig ist und erst nach dem Tode, sei es durch freiwillige Gerinnung, sei es durch die Behandlung mit chromsaurem Kali und mit Weingeist, den Grad von Consistenz erreicht hat, welche sie auf unseren Durchschnitten zu besitzen scheint. Ich habe nie etwas aus ihr werden sehen und kann über sie nichts aussagen, als daß sie allmälig mit zunehmender Festigkeit der Haut an Ausdehnung abnimmt und nur vermuthungsweise kann ich aussprechen, daß ihre Reste zu der Kittsubstanz verwendet werden, durch welche die Fasern mit einander verklebt sind und die Rollet (Untersuchungen über die Structur des Bindegewebes, diese Berichte Bd. XXX, pag. 37) mit Kalkwasser löste, um eben jene Fasern ohne Anwendung aller Gewalt von einander trennen zu können.

Es ist möglich, daß nicht mit Zellen verbundene Streifen und fadenförmige Gebilde, wie man sie in Fig. 5 sieht, die Ansicht von der Zerspaltung der Zwischensubstanz in Fasern gestützt haben; aber man muß immer bedenken, daß die fadenförmigen Zellenfortsätze lang sind und nicht in einerlei Ebene verlaufen, so daß immer die Gelegenheit vorhanden ist, auf Schnitten eine große Anzahl von Abschnitten, von Fragmenten derselben zur Anschauung zu bekommen, die dann für, sich zwischen den Zellen entwickelnden, Fasern imponiren.

Erklärung der Tafeln.

Tafel I.

Fig. 1. Zerzupfungspräparat der tieferen Schicht der Cutisanlage von einem 4 Cent. langen Schweinsembryo.

„ 2. Durchschnitt der Haut eines 5 Cent. langen Rindsembryo. A Epidermis.

„ 3. Durchschnitt der Cutis eines 8 Cent. langen Rindsembryo.

„ 4. Durchschnitt der Cutis eines 8 Cent. langen Schweinsembryo. Der Beginn der Haarbalgbildung ist hier sichtbar.

„ 5. Durchschnitt durch die tiefere Schicht der Haut desselben Embryo.

„ 6. Zerzupfungspräparat der Cutis von einem 17 Cent. langen Schweinsembryo.

„ 7. *a, b, c* und *d* zeigen verschiedene Entwickelungsstufen der Zellen und ihrer Fortsätze auf der Haut von 4, 6, 8 und 17 Cent. langen Schweinsembryonen.
e, f und *g* illustriren die Bildung der Faserbündel aus den Zellenfortsätzen; *e* und *f* sind aus der Cutis eines 35 Cent. langen Büffelembryo und *g* aus der Cutis eines 34 Cent. langen Rindsembryo entnommen.

„ 8. Ein etwas schräger Längsschnitt eines Haarbalges der Cutis von einem 17 Cent. langen Schweinsembryo.

„ 9. Querschnitt zweier Haarbälge desselben Embryo.

„ 10. Ein etwas späteres Entwickelungsstadium eines Haarbalges; das Härchen fängt an sich in der Epidermis Schicht zu differenziren. Von einem 43 Cent. langen Rindsembryo.

„ 11. Durchschnitt aus einer tieferen Schicht von demselben Rindsembryo.

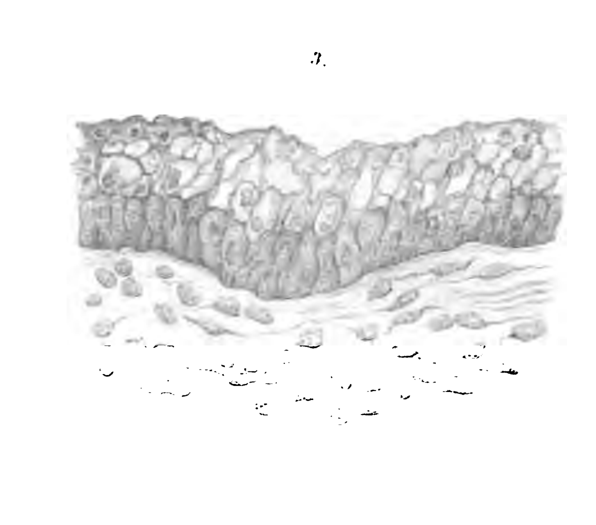
„ 12. Durchschnitt durch die obere Schicht der Cutis eines 67 Cent. langen Rindsembryo.

„ 13. Durchschnitt durch die tiefere Schicht der Cutis von demselben Embryo.

Die bei allen Zeichnungen gebrauchte Vergrößerung betrug $\frac{450}{1}$.

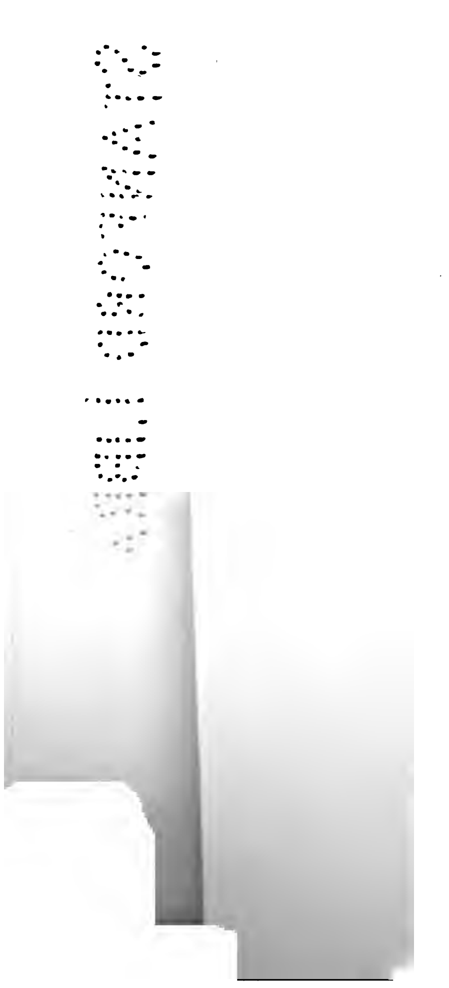
Anmerkung. Die Embryonen, welche von mir zur Untersuchung gebraucht worden sind, hatten folgende Länge: Die Schweinsembryonen 4, 6, 8, 17 und 20 Cent. Länge und die Rindsembryonen 5, 6, 8, 10, 15, 35, 43, 45 und 67 Cent. Länge. — An beiden Arten von Embryonen konnten alle von mir beschriebenen Übergangsstufen gut verfolgt werden.

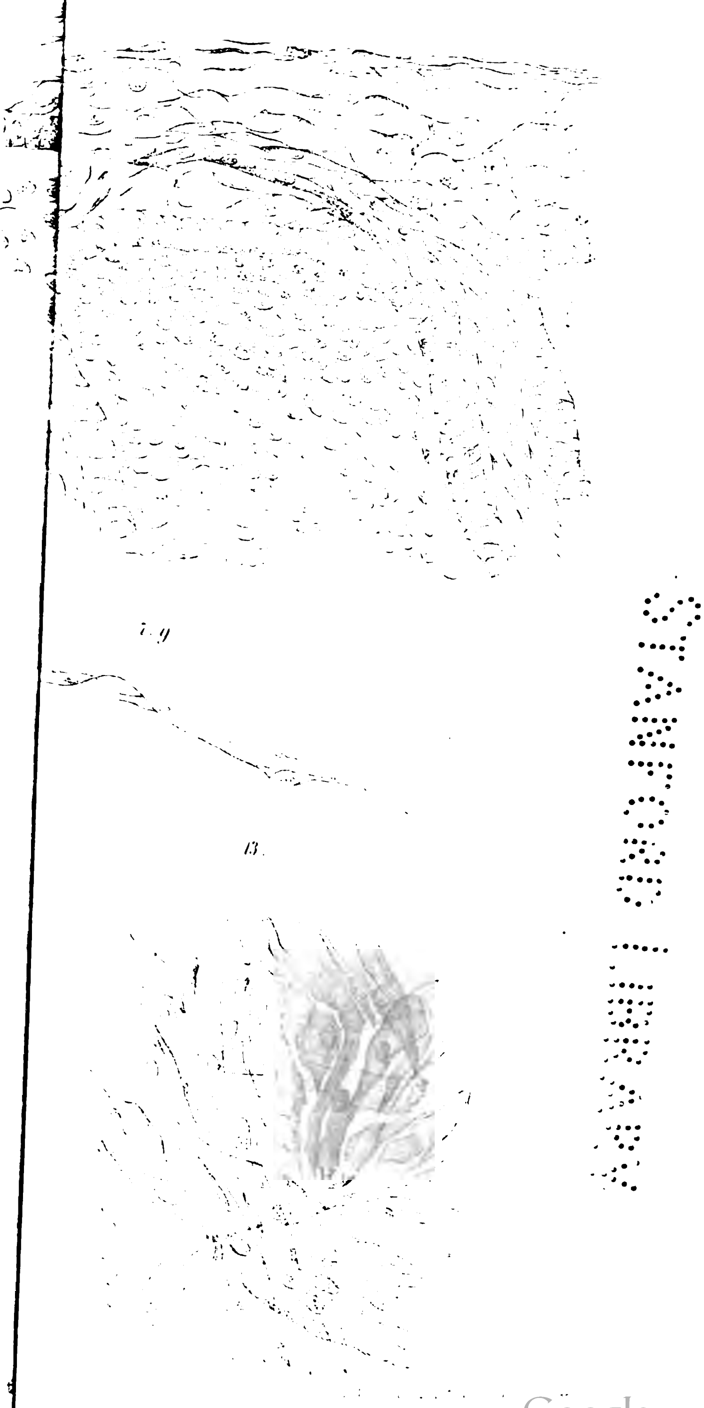
3.

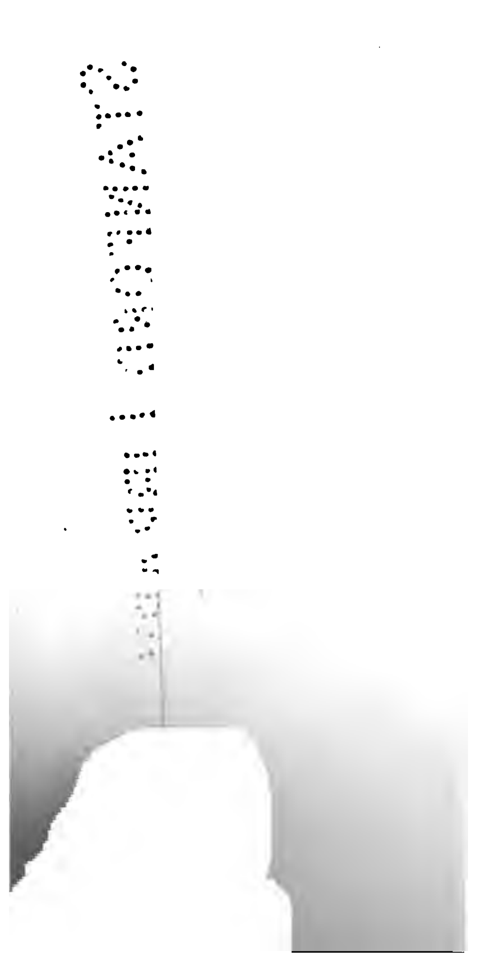


7.c 7.d

6.




10.
13.



Die Summe der Exponential-, der Sinus- und Cosinusreihe mit alternirenden Zeichengruppen.

Von **Franz Unferdinger,**

Lehrer der Mathematik an der öffentlichen Oberrealschule am Bauernmarkt und jener von Meixner am Alsergrund in Wien.

(Vorgelegt in der Sitzung vom 21. Juni 1867.)

§. 1.

Werden in der unendlichen Reihe

$$1,\ \frac{x}{1!},\ \frac{x^2}{2!},\ \frac{x^3}{3!}\ldots, \tag{1}$$

welche convergirt für alle Werthe von x von $-\infty$ bis $+\infty$ alle Glieder positiv genommen, so ist e^x bekanntlich ihre Summe. Nimmt man abwechselnd ein Glied positiv, das andere negativ, so ist e^{-x} ihre Summe. Sind abwechselnd zwei Glieder positiv, zwei negativ, so ist die Reihe gleich $\sin x + \cos x$. — Werden in den Entwickelungen für $\sin x$ und $\cos x$, welche bekanntlich einen regelmäßigen Zeichenwechsel darbieten, alle Glieder positiv genommen, so erhält man als Summenformel beziehungsweise:

$$\tfrac{1}{2}(e^x - e^{-x}) = x + \frac{x^3}{3!} + \frac{x^5}{5!} + \cdots \tag{2}$$

$$\tfrac{1}{2}(e^x + e^{-x}) = 1 + \frac{x^2}{2!} + \frac{x^4}{4!} + \cdots. \tag{3}$$

Ebenso geben die durchaus positiv genommenen Glieder der Logarithmus- und Arcustangensreihe respective:

$$\lg.\frac{1}{1-x} = x + \frac{x^2}{2} + \frac{x^3}{3} + \cdots, \tag{4}$$

$$\tfrac{1}{2}.\lg\frac{1+x}{1-x} = x + \frac{x^3}{3} + \frac{x^5}{5} + \cdots, \tag{5}$$

welche Entwickelungen convergiren, so lange der Zahlwerth von x kleiner als die Einheit ist. — Wir haben uns die Frage vorgelegt,

welche Summenformen entsprechen den vorstehenden fünf unendlichen Reihen, wenn darin abwechselnd n Glieder mit dem Vorzeichen $+$ und wieder n Glieder mit dem Vorzeichen — genommen werden. Diese neuen Reihen sind so nahe verwandt mit den Fundamentalreihen der Analysis, daß der Mathematiker leicht in den Fall kommen kann, erschöpfende Auskunft über jene Functionen geben zu müssen, als deren Entwickelungen sie zu betrachten sind. Die Reihen (4) und (5) haben wir bereits im LV. Bande der Sitzungsberichte von diesem Gesichtspunkt aus betrachtet und die dort gefundenen Entwickelungen, wie z. B.

$$\begin{aligned}\operatorname{arc.tg}\frac{x}{1-x^2} = {} & x + 2\frac{x^3}{3} + \frac{x^5}{5} \\ & - \frac{x^7}{7} - 2\frac{x^9}{9} - \frac{x^{11}}{11} \\ & + \frac{x^{13}}{13} + 2\frac{x^{15}}{15} + \frac{x^{17}}{17} \\ & - \dots\dots\dots,\end{aligned}$$

welche durch die großen Methoden nur höchst schwerfällig zu erlangen sind, werden es rechtfertigen, wenn wir die analogen Untersuchungen der Reihen (1), (2), (3) in gedrängter Darstellung folgen lassen.

§. 2.

Bezeichnet y die Summe der Reihe (1), wenn darin die n ersten Glieder mit dem Vorzeichen $+$ die n folgenden mit dem Vorzeichen — u. s. w. genommen werden, so gibt eine n-malige Differentiation die Beziehung:

$$y^{(n)} = -y \quad \text{oder} \quad y^{(n)} + y = 0, \tag{6}$$

so daß also die Reihe y der linearen Differentialgleichung (6) Genüge leistet. Während e^x die Eigenschaft besitzt, sich nach jeder Differentiation wieder zu erzeugen, kommt der Function y dieselbe Eigenschaft zu für $2n$ Differentiationen. $y^{(2n)} = y$. — Das complete Integral der Gleichung (6) ist bekanntlich in geschlossener Form herstellbar, es ist

$$y = c_1 e^{\theta_1 x} + c_2 e^{\theta_2 x} + c_3 e^{\theta_3 x} + \dots + c_n e^{\theta_n x}, \tag{7}$$

worin $\theta_1, \theta_2, \theta_3, \ldots \theta_n$ die n Wurzeln der binomischen Gleichung:

$$\theta^n + 1 = 0 \tag{8}$$

und $c_1, c_2, c_3, \ldots c_n$ willkürliche Constante bezeichnen. — Soll (7) für die Summenformel der Reihe y gelten, so kommt es vorerst auf die Bestimmung der willkürlichen Constanten an. Diese läßt sich auf folgende Art bewerkstelligen: Wir differenziren sowohl die Reihe y als auch das Integrale (7) $n-1$mal und setzen überall $x=0$, dieses gibt in Verbindung mit (7) folgende n Gleichungen:

$$\begin{aligned}
1 &= c_1 + c_2 + c_3 + \ldots + c_n, \\
1 &= \theta_1 c_1 + \theta_2 c_2 + \theta_3 c_3 + \ldots + \theta_n c_n, \\
1 &= \theta_1^2 c_1 + \theta_2^2 c_2 + \theta_3^2 c_3 + \ldots + \theta_n^2 c_n, \\
&\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\
1 &= \theta_1^{n-1} c_1 + \theta_2^{n-1} c_2 + \theta_3^{n-1} c_3 + \ldots + \theta_n^{n-1} c_n,
\end{aligned}$$

aus welchen die Werthe der Constanten zu bestimmen sind. Wenn man bedenkt, daß nach der Bedeutung der θ, $\theta_r^n = -1$, so kann statt der ersten Gleichung die folgende geschrieben werden:

$$-1 = \theta_1^n c_1 + \theta_2^n c_2 + \theta_3^n c_3 + \ldots + \theta_n^n c_n,$$

multiplicirt man die zweite mit θ_1^{n-1}, die dritte mit $\theta_1^{n-2} \ldots$, die letzte mit θ_1 und addirt alle n Gleichungen, so wird der erste Theil gleich

$$\theta_1 + \theta_1^2 + \theta_1^3 + \ldots + \theta_1^{n-1} - 1 = \frac{2\theta_1}{1-\theta_1},$$

die erste Verticalreihe links reducirt sich auf $-nc_1$ und die Coëfficienten aller folgenden Verticalreihen werden gleich Null. So ist z. B. der Coëfficient der zweiten

$$\theta_2 \theta_1^{n-1} + \theta_2^2 \theta_1^{n-2} + \theta_2^3 \theta_1^{n-3} + \ldots + \theta_2^{n-1} \theta_1 + \theta_2^n = \theta_2 \frac{\theta_1^n - \theta_2^n}{\theta_1 - \theta_2} = 0$$

und man hat zur Bestimmung von c_1 die Gleichung

$$\frac{2\theta_1}{1-\theta_1} = -nc_1, \text{ also } c_1 = \frac{2\theta_1}{n(\theta_1 - 1)}.$$

Durch ein ähnliches Verfahren bestimmen sich auch die Werthe der übrigen Constanten; überhaupt ist, wenn s eine der Zahlen $1, 2, 3, \ldots n$ bezeichnet

$$c_s = \frac{2\theta_s}{n(\theta_s - 1)}$$

und in Folge dessen

$$(9) \qquad y = \frac{2}{n} \mathop{\mathrm{S}}_{1}^{n} \frac{\theta_s e^{\theta_s x}}{\theta_s - 1},$$

worin sich das Summenzeichen auf die n Werthe von s bezieht. — Da die θ als Wurzeln der binomischen Gleichung $\theta^n + 1 = 0$ entweder alle oder bis auf eine imaginär sind, so bedarf der vorstehende Ausdruck, um als Summenformel für die mit y bezeichnete unendliche Reihe gelten zu können, noch der Reduction auf reele Functionen. Um diesen Übergang auszuführen, unterscheiden wir nach $n = 2r$ und $n = 2r - 1$.

§. 3.

I. Fall. $n = 2r$. Die Wurzeln der Gleichung $\theta^{2r} = -1$ sind sämmtlich imaginär und paarweise conjugirt. Setzen wir der Kürze wegen $\lambda = \frac{\pi}{2r}$, so werden sämmtliche Wurzelpaare durch die beiden Formeln gegeben:

$$\theta_s = \cos(2s-1)\lambda + i\sin(2s-1)\lambda,$$
$$\theta'_s = \cos(2s-1)\lambda - i\sin(2s-1)\lambda,$$

in welchen s der Reihe nach die Werthe $1, 2, 3, \ldots r$ erhält. Die Summenformel erhält nun für $n = 2r$, wenn man die Glieder paarweise nach den conjugirten Wurzeln vereiniget, folgende Gestalt:

$$y = \frac{1}{r} \mathop{\mathrm{S}}_{1}^{r} \frac{\theta_s(\theta'_s - 1)e^{\theta_s x} + \theta'_s(\theta_s - 1)e^{\theta'_s x}}{\theta_s\theta'_s - \theta_s - \theta'_s + 1}.$$

Mit den angesetzten Werthen von θ_s, θ'_s verwandeln sich Zähler und Nenner dieses Bruches beziehungsweise in

$$4e^{x\cos(2s-1)\lambda} . \sin\left\{x\sin(2s-1)\lambda + (2s-1)\frac{\lambda}{2}\right\}\sin(2s-1)\frac{\lambda}{2},$$
$$4\sin^2(2s-1)\frac{\lambda}{2}$$

und wir gelangen zu folgendem Resultat:

$$(10) \quad y = \frac{1}{r} \mathop{\mathrm{S}}_{1}^{r} \frac{\sin\left\{x\sin(2s-1)\lambda + (2s-1)\frac{\lambda}{2}\right\}}{\sin(2s-1)\frac{\lambda}{2}} . e^{x\cos(2s-1)\lambda}.$$

§. 4.

2. Fall. $n = 2r-1$. Die binomische Gleichung (8) hat die eine reele Wurzel -1 und $(r-1)$ Paare conjugirte imaginäre. Sondern wir also in der allgemeinen Formel (9) das Glied, welches der reelen Wurzel entspricht ab und vereinigen die übrigen Glieder paarweise nach den conjugirten Wurzeln, so erlangt sie folgende Gestalt:

$$y = \frac{2}{2r-1}\left\{\tfrac{1}{2}e^{-x} + \mathop{\mathrm{S}}_{1}^{r-1} \frac{\theta_s(\theta'_s-1)e^{\theta_s x}+\theta'_s(\theta_s-1)e^{\theta'_s x}}{(\theta_s-1)(\theta'_s-1)}\right\}$$

in welcher die conjugirten Wurzeln mit $\lambda = \frac{\pi}{2r-1}$ aus den beiden Gleichungen zu nehmen sind:

$$\theta_s = \cos(2s-1)\lambda + i\sin(2s-1)\lambda,$$
$$\theta'_s = \cos(2s-1)\lambda - i\sin(2s-1)\lambda,$$

für $s = 1, 2, 3$ bis $r-1$. Die Substitution dieser Werthe gibt nach kurzer Rechnung für die Summe der Reihe (1) folgende reele Function:

$$y = \frac{2}{2r-1}\left\{\tfrac{1}{2}e^{-x} + \mathop{\mathrm{S}}_{1}^{r-1} \frac{\sin\left\{x\sin(2s-1)\lambda+(2s-1)\frac{\lambda}{2}\right\}}{\sin(2s-1)\frac{\lambda}{2}} \cdot e^{x\cos(2s-1)\lambda}\right\}. \quad (11)$$

Durch die Formeln (10) und (11) wird die Reihe (1) in allen Fällen summirt. Zur Erläuterung lassen wir einige Beispiele folgen.

§. 5.

Für $n = 2$ gibt (10) mit $r = 1$, $s = 1$, $\lambda = 90°$, $y = \frac{\sin(x+45°)}{\sin 45°} = \sin x + \cos x$, ein Resultat, welches wir schon in der Einleitung erwähnten.

Für $n=4$ ist $r=2$, $s=1, 2$, $\lambda=45°$, $\sin 45° = \cos 45° = \frac{1}{2}\sqrt{2}$, $\operatorname{tg}\frac{45°}{2} = \sqrt{2}+1$, $\operatorname{ctg}\frac{45°}{2} = \sqrt{2}+1$, hiermit nach (10):

$$y = \tfrac{1}{2}\cos\frac{x}{\sqrt{2}}\cdot\left\{e^{\frac{x}{\sqrt{2}}}+e^{-\frac{x}{\sqrt{2}}}\right\} + \tfrac{1}{2}\sin\frac{x}{\sqrt{2}}\cdot\left\{(\sqrt{2}+1)e^{\frac{x}{\sqrt{2}}} + (\sqrt{2}-1)e^{-\frac{x}{\sqrt{2}}}\right\}$$

$$\begin{aligned} &= 1 + \frac{x}{1!} + \frac{x^2}{2!} + \frac{x^3}{3!} \\ &\quad - \frac{x^4}{4!} - \frac{x^5}{5!} - \frac{x^6}{6!} - \frac{x^7}{7!} \\ &\quad + \frac{x^8}{8!} + \frac{x^9}{9!} + \frac{x^{10}}{10!} + \frac{x^{11}}{11!} \\ &\quad - \cdot\cdot\;\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot \end{aligned} \quad (12)$$

und dieser Function y kommt noch die Eigenschaft zu, daß sie sich nach je acht Differentiationen wieder erzeugt.

Die Formel (11) gibt für $n=3$, $r=2$, $s=1$, $\lambda=60°$, $\sin 60°=\frac{1}{2}\sqrt{3}$, $\cos 60°=\frac{1}{2}$:

$$y=\tfrac{1}{3}e^{-x}+\tfrac{2}{3}e^{\frac{x}{2}}.\left\{\cos\frac{x\sqrt{3}}{2}+\sqrt{3}\sin\frac{x\sqrt{3}}{2}\right\}$$

$$\begin{aligned} &= 1+\frac{x}{1!}+\frac{x^2}{2!} \\ (13)\qquad &-\frac{x^3}{3!}-\frac{x^4}{4!}-\frac{x^5}{5!} \\ &+\frac{x^6}{6!}+\frac{x^7}{7!}+\frac{x^8}{8!} \\ &-\ldots\ldots\ldots \end{aligned}$$

und dieses y erhält nach je sechs Differentiationen seinen ursprünglichen Werth.

Bezeichnet α eine der imaginären Wurzeln der Gleichung $\alpha^3-1=0$, so hat Olivier im Crelle'schen Journal Bd. 2, p. 243 gezeigt, daß

$$\tfrac{1}{3}(e^{\alpha x}+e^{\alpha^2 x}+e^{\alpha^3 x})=1+\frac{x^3}{3!}+\frac{x^6}{6!}+\frac{x^9}{9!}+\ldots,$$

$$\tfrac{1}{3}(\alpha^2 e^{\alpha x}+\alpha e^{\alpha^2 x}+e^{\alpha^3 x})=x+\frac{x^4}{4!}+\frac{x^7}{7!}+\frac{x^{10}}{10!}+\ldots,$$

$$\tfrac{1}{3}(\alpha e^{\alpha x}+\alpha^2 e^{\alpha^2 x}+e^{\alpha^3 x})=\frac{x^2}{2!}+\frac{x^5}{5!}+\frac{x^8}{8!}+\frac{x^{11}}{11!}+\ldots.$$

Setzt man in diesen drei Gleichungen $-x$ an die Stelle von x, addirt die erste und dritte und subtrahirt von der Summe die zweite, so erhält man rechter Hand genau die Reihe (13) und die Formel links verwandelt sich nach Reduction auf reele Functionen in den oben gefundenen Ausdruck.

§. 6.

Wir wenden uns nun zu den Reihen (2) und (3) und bezeichnen ihre Summen unter der Voraussetzung, daß die n ersten Glieder mit dem Vorzeichen $+$, die n folgenden mit dem Vorzeichen $-$ u. s. f. genommen werden mit u und v, so ist unmittelbar ersichtlich, daß allgemein:

$$(14)\qquad v=\frac{du}{dx};$$

hat man also die Summenformel für die Reihe (2) gefunden, so ist ihr erster Differentialquotient die Summenformel für die Reihe (3).

Wird die Reihe u $2n$-mal differenzirt, so zeigt sich

$$u^{(2n)} = -u \text{ oder } u^{(2n)} + u = 0. \tag{15}$$

Die Function u, welche wir zu ermitteln haben, ist daher durch die Eigenschaft charakterisirt, sich nach je $4n$ Differentiationen zu reproduciren. Das vollständige Integrale der linearen Gleichung (15) hat die Form:

$$u = c_1 e^{\theta_1 x} + c_2 e^{\theta_2 x} + c_3 e^{\theta_3 x} + \ldots + c^{2n} e^{\theta_{2n} x}, \tag{16}$$

worin $\theta_1. \theta_2, \theta_3, \ldots \theta_{2n}$ die $2n$ Wurzeln der binomischen Gleichung $\theta^{2n} + 1 = 0$ bezeichnen, $c_1, c_2, c_3, \ldots c_{2n}$ sind die willkürlichen Constanten. Um diese so zu bestimmen, daß (16) als die Summenformel der Reihe (2) gelten kann, differenziren wir beide $2n-1$-mal und setzen in den Resultaten allenthalben $x = 0$, wodurch in Verbindung mit (16) folgendes System von $2n$ Gleichungen entsteht, in welchem $c_1, c_2, c_3, \ldots c_{2n}$ die Unbekannten sind:

$$\begin{array}{l}
0 = \quad c_1 + \quad c_2 + \quad c_3 + \ldots + c_{2n} \quad , \\
1 = \theta_1 c_1 + \theta_2 c_2 + \theta_3 c_3 + \ldots + \theta_{2n} c_{2n} \quad , \\
0 = \theta_1^2 c_1 + \theta_2^2 c_2 + \theta_3^2 c_3 + \ldots + \theta_{2n}^2 c_{2n} \quad , \\
\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\
1 = \theta_1^{2n-1} c_1 + \theta_2^{2n-1} c_2 + \theta_3^{2n-1} c_3 + \ldots + \theta_{2n}^{2n-1} c^{2n}.
\end{array}$$

Multiplicirt man die erste mit θ_1^{2n}, die zweite mit θ_1^{2n-1}, die dritte mit $\theta_1^{2n-2} \ldots$ die letzte mit θ_1 und addirt alle, so wird der erste Theil gleich:

$$\theta_1^{2n-1} + \theta_1^{2n-3} + \theta_1^{2n-5} + \ldots + \theta_1 = \frac{2\theta_1}{1-\theta_1^2}$$

und die erste Verticalreihe rechts wird zu $-nc_1$. Die Coëfficienten der übrigen Verticalreihen sind gleich Null, wegen $\theta_r^{2n} = -1$; so ist jener der zweiten

$$\theta_1^{2n} + \theta_2 \theta_1^{2n-1} + \theta_2^2 \theta_1^{2n-2} + \ldots + \theta_2^{2n-1} . \theta_1 = \theta_1 \frac{\theta_1^{2n} - \theta_2^{2n}}{\theta_1 - \theta_2} = 0,$$

man hat also die Gleichung

$$\frac{2\theta_1}{1-\theta_1^2} = -2nc_1, \text{ woraus folgt } c_1 = \frac{\theta_1}{n(\theta_1^2 - 1)},$$

und überhaupt ist, wenn c_s die s^{te} Constante bezeichnet:

$$(17) \qquad c_s = \frac{\theta_s}{n(\theta_s^2 - 1)}.$$

Hiermit gestaltet sich die Summenformel (16) so:

$$(18) \qquad u = \frac{1}{n} \mathop{\mathrm{S}}_{1}^{2n} \frac{\theta_s e^{\theta_s x}}{\theta_s^2 - 1}.$$

Die θ als Wurzeln der binomischen Gleichung $\theta^{2n} + 1 = 0$, sind sämmtlich imaginär und paarweise conjugirt; sind θ_s, θ'_s ein solches Paar, so gelten die Gleichungen

$$\theta_s = \cos(2s-1)\lambda + i\sin(2s-1)\lambda,$$
$$\theta'_s = \cos(2s-1)\lambda - i\sin(2s-1)\lambda,$$

wenn $\lambda = \frac{\pi}{2n}$ und man erhält hieraus alle n Wurzelpaare, indem s nach und nach die Werthe annimmt $1, 2, 3, \ldots n$. Vereiniget man in dem Summenausdruck (18) je zwei Glieder, welche conjugirten Wurzeln entsprechen, so wird:

$$u = \frac{1}{n} \mathop{\mathrm{S}}_{1}^{n} \frac{\theta_s(\theta_s'^2 - 1)e^{\theta_s x} + \theta_s'(\theta_s^2 - 1)e^{\theta_s' x}}{\theta_s^2\theta_s'^2 - \theta_s^2 - \theta_s'^2 + 1}.$$

Zähler und Nenner dieses Bruches erlangen durch Substitution der Werthe für θ_s, θ'_s unter Anwendung der Euler'schen Gleichung

$$e^{zi} = \cos z + i\sin z$$

beziehungsweise die reelen Werthe:

$$4\sin(2s-1)\lambda \sin\{x\sin(2s-1)\lambda\} e^{x\cos(2s-1)\lambda},$$
$$4\sin^2(2s-1)\lambda$$

und für unsere Summenformel finden wir als Resultat folgende reele Function von x:

$$(19) \qquad u = \frac{1}{n} \mathop{\mathrm{S}}_{1}^{n} \frac{\sin\{x\sin(2s-1)\lambda\}}{\sin(2s-1)\lambda} e^{x.\cos(2s-1)\lambda},$$

in welcher $\lambda = \frac{\pi}{2n}$ ist und s alle ganzzahligen Werthe anzunehmen hat von 1 bis n. — Wird dieser Ausdruck im Sinne der Gleichung (14) nach x differenzirt, so erhält man mit kurzer Rechnung:

$$v=\frac{1}{n}\mathop{S}_{1}^{n}\frac{\sin\{x\sin(2s-1)\lambda+(2s-1)\lambda\}}{\sin(2s-1)\lambda}e^{x\cos(2s-1)\lambda} \tag{20}$$

und diese Formeln (19), (20) summiren die Reihen (2), (3) in allen Fällen, wenn x eine reele endliche Größe bezeichnet.

Indem wir uns nicht begnügten blos die Möglichkeit der Summation der vorgelegten unendlichen Reihen glanbwürdig zu machen und die Reduction auf reele Functionen ganz allgemein durchführten, sind wir zu Ausdrücken gelangt, welche den Anforderungen der Wissenschaft entsprechen und die practische Anwendung unmittelbar mit Leichtigkeit gestatten.

Werden die Reihen u und v addirt, so gehört die Summe in die Kategorie der Reihen (1) und zwar haben abwechselnd $2n$ Glieder das Vorzeichen $+$ und $-$. In der That gibt die Vereinigung der Summenformeln (19) und (20) nach gehöriger Reduction den Ausdruck (10) nur mit dem Unterschied, daß n an der Stelle von r steht und s sich auf die Werthe 1, 2, 3, bis n bezieht.

§. 7.

Nehmen wir in der Reihe (2) abwechselnd zwei Glieder mit dem Zeichen $+$ und $-$, so haben wir in (19) $n=2$ zu setzen, dieses gibt $s=1,\ 2,\ 2s-1=1,\ 3,\ \lambda=45°$, $\sin 45°=\cos 45°=\sin 3\cdot 45°=\frac{1}{2}\sqrt{2}$. $\text{Cos}\,3\cdot 45°=-\frac{1}{2}\sqrt{2}$, womit nach kurzer Rechnung folgt:

$$\begin{aligned} u &= \frac{1}{\sqrt{2}}\sin\frac{x}{\sqrt{2}}.\left\{e^{\frac{x}{\sqrt{2}}}+e^{-\frac{x}{\sqrt{2}}}\right\} \\ &= \frac{x}{1!}+\frac{x^3}{3!}-\frac{x^5}{5!}-\frac{x^7}{7!}+\frac{x^9}{9!}+\frac{x^{11}}{11!}-\cdots \end{aligned} \tag{21}$$

Mit denselben Prämissen gibt die Gleichung (20):

$$\begin{aligned} v &= \tfrac{1}{2}\sin\frac{x}{\sqrt{2}}.\left(e^{\frac{x}{\sqrt{2}}}-e^{-\frac{x}{\sqrt{2}}}\right)+\tfrac{1}{2}\cos\frac{x}{\sqrt{2}}\cdot\left(e^{\frac{x}{\sqrt{2}}}+e^{-\frac{x}{\sqrt{2}}}\right) \\ &= 1+\frac{x^2}{2!}-\frac{x^4}{4!}-\frac{x^6}{6!}+\frac{x^8}{8!}+\frac{x^{10}}{10!}-\cdots, \end{aligned} \tag{22}$$

welche Summation auch direct durch Differentiation der Gleichung (21) gewonnen werden kann. — Die Summe aus (21) und (22) gibt rechts die Reihe (1) mit je vier positiven und negativen Gliedern und die Vereinigung der Theile links führt auf die Formel (12).

Für $n=4$ in (19) wird $s=1, 3, 5, 7$, $2s-1=1, 5, 9, 13$, $\lambda=\frac{45^\circ}{2}$, $\sin\frac{45^\circ}{2}=\frac{1}{2}\sqrt{2-\sqrt{2}}$, $\cos\frac{45^\circ}{2}=\frac{1}{2}\sqrt{2+\sqrt{2}}$ und in Folge dessen:

$$u=\frac{\sin\left(\frac{x}{2}\sqrt{2-\sqrt{2}}\right)}{2\sqrt{2-\sqrt{2}}}\left\{e^{\frac{x}{2}\sqrt{2+\sqrt{2}}}+e^{-\frac{x}{2}\sqrt{2+\sqrt{2}}}\right\}$$

$$+\frac{\sin\left(\frac{x}{2}\sqrt{2+\sqrt{2}}\right)}{2\sqrt{2+\sqrt{2}}}\left\{e^{\frac{x}{2}\sqrt{2-\sqrt{2}}}+e^{-\frac{x}{2}\sqrt{2-\sqrt{2}}}\right\}$$

$$(23)\qquad =\frac{x}{1!}+\frac{x^3}{3!}+\frac{x^5}{5!}+\frac{x^7}{7!}$$

$$-\frac{x^9}{9!}-\frac{x^{11}}{11!}-\frac{x^{13}}{13!}-\frac{x^{15}}{15!}$$

$$+\frac{x^{17}}{17!}+\frac{x^{19}}{19!}+\frac{x^{21}}{21!}+\frac{x^{23}}{23!}-\ldots$$

Die Gleichung (20) liefert in ähnlicher Weise, indem noch $\operatorname{ctg.}\frac{45^\circ}{2}=\sqrt{2}+1$, $\operatorname{tg}\frac{45^\circ}{2}=\sqrt{2}-1$ angewendet wird:

$$v=\tfrac{1}{4}\cos\left(\frac{x}{2}\sqrt{2-\sqrt{2}}\right).\left\{e^{\frac{x}{2}\sqrt{2+\sqrt{2}}}+e^{-\frac{x}{2}\sqrt{2+\sqrt{2}}}\right\}$$

$$+\tfrac{1}{4}\cos\left(\frac{x}{2}\sqrt{2+\sqrt{2}}\right).\left\{e^{\frac{x}{2}\sqrt{2-\sqrt{2}}}+e^{-\frac{x}{2}\sqrt{2-\sqrt{2}}}\right\}$$

$$+\frac{\sqrt{2}+1}{4}\sin\left(\frac{x}{2}\sqrt{2-\sqrt{2}}\right).\left\{e^{\frac{x}{2}\sqrt{2+\sqrt{2}}}-e^{-\frac{x}{2}\sqrt{2+\sqrt{2}}}\right\}$$

$$(24)\qquad +\frac{\sqrt{2}-1}{4}\sin\left(\frac{x}{2}\sqrt{2+\sqrt{2}}\right).\left\{e^{\frac{x}{2}\sqrt{2-\sqrt{2}}}-e^{-\frac{x}{2}\sqrt{2-\sqrt{2}}}\right\}$$

$$=1+\frac{x^2}{2!}+\frac{x^4}{4!}+\frac{x^6}{6!}$$

$$-\frac{x^8}{8!}-\frac{x^{10}}{10!}-\frac{x^{12}}{12!}-\frac{x^{14}}{14!}$$

$$+\frac{x^{16}}{16!}+\frac{x^{18}}{18!}+\frac{x^{20}}{20!}+\frac{x^{22}}{22!}-\ldots$$

§. 8.

Die Idee, die Glieder einer unendlichen Reihe nicht in ihrem Werth, sondern nur im Vorzeichen nach einem bestimmten Gesetze zu ändern und nach der Summe der so entstandenen Reihe zu fragen, hat uns bisher zur Anwendung zweier Methoden geführt. Die Reihen (4) und (5) wurden durch ein Integrale zwischen den Grenzen o und x summirt, welches allgemein in endlicher Form hergestellt werden konnte. Die Summenformeln für die Reihen (1), (2) und (3) verdanken ihre Entstehung der Eigenschaft der Reihen, gewissen linearen Differentialgleichungen Genüge zu leisten, deren allgemeines Integrale aus trigonometrischen Functionen und Exponentiellen zusammengesetzt ist. Indem wir nun zur Untersuchung der Arcussinusreihe in der bezeichneten Richtung übergehen, ist zu bemerken, daß hier der Durchgang durch das Imaginäre mit Vortheil zur Anwendung kommt. Bekanntlich ist, wenn der Zahlwerth von x kleiner als die Einheit

$$\text{arc.sin}\, x = x + \tfrac{1}{2}\,\frac{x^3}{3} + \frac{1.3}{2.4}\,\frac{x^5}{5} + \frac{1.3.5}{2.4.6}\cdot\frac{x^7}{7} + \ldots \tag{25}$$

und diese Gleichung wird auch gelten, wenn xi an die Stelle von x tritt, wofern nur die imaginäre Reihe rechts convergirt. Dieses letztere ist der Fall, wenn der Modul von xi, d. i. wenn wieder $val.abs.x < 1$ und da

$$\text{arc.sin}\, xi = i\,\lg.(x + \sqrt{1+x^2}),$$

so folgt mit derselben Bedingung das Resultat:

$$\lg.(x+\sqrt{1+x^2}) = x - \tfrac{1}{2}\,\frac{x^3}{3} + \frac{1.3}{2.4}\,\frac{x^5}{5} - \frac{1.3.5}{2.4.6}\,\frac{x^7}{7} + \ldots \tag{26}$$

Setzt man unter denselben Rücksichten in der bekannten Entwickelung:

$$\frac{1}{\sqrt{1-u}} = 1 + \tfrac{1}{2}u + \frac{1.3}{2.4}u^2 + \frac{1.3.5}{2.4.6}u^3 + \ldots \tag{27}$$

einmal $u = +xi$ und einmal $u = -xi$ und addirt und subtrahirt, so wird:

$$(27')\quad\begin{cases}\dfrac{1}{\sqrt{1-xi}}+\dfrac{1}{\sqrt{1+xi}}=2\left\{1-\dfrac{1.3}{2.4}x^2+\dfrac{1.3.5.7}{2.4.6.8}x^4-\ldots\right\},\\[2ex]\dfrac{1}{\sqrt{1-xi}}-\dfrac{1}{\sqrt{1+xi}}=2i\left\{\frac{1}{2}x-\dfrac{1.3.5}{2.4.6}x^3+\dfrac{1.3.5.7.9}{2.4.6.8.10}x^5-\ldots\right\}\end{cases}$$

oder wenn man mittelst der Beziehungen

$$1+xi=\rho(\cos\alpha+i\sin\alpha),\quad \rho=\sqrt{1+x^2},$$
$$1-xi=\rho(\cos\alpha-i\sin\alpha),\quad \alpha=\operatorname{arc.tg}x,$$

auf reele Größen reducirt:

$$(28)\quad\begin{cases}\dfrac{\cos\frac{1}{2}\operatorname{arc.tg}x}{\sqrt{1+x^2}}=1-\dfrac{1.3}{2.4}x^2+\dfrac{1.3.5.7}{2.4.6.8}x^4-\ldots\ldots=\dfrac{\sqrt{\sqrt{1+x^2}-1}}{\sqrt{2(1+x^2)}},\\[2ex]\dfrac{\sin\frac{1}{2}\operatorname{arc.tg}x}{\sqrt{1+x^2}}=\frac{1}{2}x-\dfrac{1.3.5}{2.4.6}x^3+\dfrac{1.3.5.7.9}{2.4.6.8.10}x^5-\ldots=\dfrac{\sqrt{\sqrt{1+x^2}+1}}{\sqrt{2(1+x^2)}},\end{cases}$$

werden beide Reihen durch Addition vereiniget, so zeigt sich

$$(29)\quad\frac{\sqrt{\sqrt{1+x^2}+1}+\sqrt{\sqrt{1+x^2}-1}}{\sqrt{2(1+x^2)}}=1+\tfrac{1}{2}x-\frac{1.3}{2.4}x^2-\frac{1.3.5}{2.4.6}x^3++\ldots$$

man hat also die Summe der Reihe (27), wenn in derselben abwechselnd zwei Glieder positiv und zwei Glieder negativ genommen werden. — Werden die Gleichungen (27′) mit dx multiplicirt und zwischen den Grenzen o und x integrirt, so erhält man:

$$\frac{1}{i}\{\sqrt{1+xi}-\sqrt{1-xi}\}=x-\frac{1.3}{2.4}\frac{x^3}{3}+\frac{1.3.5.7}{2.4.6.8}\frac{x^5}{5}-\ldots,$$

$$\sqrt{1+xi}+\sqrt{1-xi}=\tfrac{1}{2}\frac{x^2}{2}-\frac{1.3.5}{2.4.6}\cdot\frac{x^4}{4}+\frac{1.3.5.7.9}{2.4.6.8.10}\frac{x^6}{6}-\ldots$$

und durch den Übergang auf reele Functionen nach kurzer Rechnung:

$$(30)\quad\sqrt{2(\sqrt{1+x^2}-1)}=x-\frac{1.3}{2.4}\frac{x^3}{3}+\frac{1.3.5.7}{2.4.6.8}\frac{x^5}{5}-\ldots$$

$$(31)\quad\sqrt{2(\sqrt{1+x^2}+1)}=\tfrac{1}{2}\frac{x^2}{2}-\frac{1.3.5}{2.4.6}\frac{x^4}{4}+\frac{1.3.5.7.9}{2.4.6.8.10}\frac{x^6}{6}-\ldots$$

§. 9.

Wird in (28) x durch x^2 ersetzt, hierauf mit dx multiplicirt und zwischen den Grenzen 0 und x integrirt, so folgt

$$\left.\begin{aligned} \frac{x}{1}-\frac{1.3}{2.4}\frac{x^5}{5}+\frac{1.3.5.7}{2.4.6.8}\frac{x^9}{9}-\ldots &= J',\\ \tfrac{1}{2}\frac{x^3}{3}-\frac{1.3.5}{2.4.6}\frac{x^7}{7}+\frac{1.3.5.7.9}{2.4.6.8.10}\frac{x^{11}}{11}-\ldots &= J'', \end{aligned}\right\} \quad (29')$$

wenn

$$J'=\int_0^x \frac{\cos\frac{1}{2}\operatorname{arc.tg} x^2}{\sqrt{1+x^4}}\,dx,\quad J''=\int_0^x \frac{\sin\frac{1}{2}\operatorname{arc.tg} x^2}{\sqrt{1+x^4}}\,dx.$$

Um diese beiden Integrale zu bestimmen, gehen wir auf die imaginäre Form zurück, von welcher sie abstammen und erhalten:

$$J'=\tfrac{1}{2}\int_0^x \left\{\frac{1}{\sqrt{1-x^2 i}}+\frac{1}{\sqrt{1+x^2 i}}\right\}dx=\frac{1}{2\sqrt{i}}\left\{\operatorname{arc.sin}(x\sqrt{i})+\lg.(x\sqrt{i}+\sqrt{1+x^2 i})\right\},$$

$$J''=\frac{1}{2i}\int_0^x \left\{\frac{1}{\sqrt{1-x^2 i}}-\frac{1}{\sqrt{1+x^2 i}}\right\}dx=\frac{1}{2\sqrt{i^3}}\left\{\operatorname{arc.sin}(x\sqrt{i})-\lg.(x\sqrt{i}+\sqrt{1+x^2 i})\right\}.$$

Um hier auf reele Functionen zu reduciren ist zuerst statt $\sqrt{i}$ der Werth $\frac{1+i}{\sqrt{2}}$ zu setzen, ferner

$$1+x^2 i=\rho(\cos\alpha+i\sin\alpha),$$
$$1-x^2 i=\rho(\cos\alpha-i\sin\alpha),$$

woraus folgt:

$$\rho=\sqrt{1+x^4},\quad \alpha=\operatorname{arc.tg} x^2,$$

$$\sin\tfrac{1}{2}\alpha=\sin\tfrac{1}{2}\operatorname{arc.tg} x^2=\frac{\sqrt{\sqrt{1+x^4}-1}}{\sqrt{2}\sqrt{1+x^4}},$$

$$\cos\tfrac{1}{2}\alpha=\cos\tfrac{1}{2}\operatorname{arc.tg} x^2=\frac{\sqrt{\sqrt{1+x^4}+1}}{\sqrt{2}\sqrt{1+x^4}},$$

so daß man in den reellen Integralformeln für J', J'' die transcendenten Zähler durch vorstehende algebraische Functionen ersetzen kann. Es sei ferner

$$(a) \qquad \lg.\left(x\sqrt{i}+\sqrt{1+x^2 i}\right)=u+iv,$$

wobei u, v gewisse Functionen von x bezeichnen, so gibt die Multiplication mit i

$$i.\lg.\left(x\sqrt{i}+\sqrt{1+x^2 i}\right)=iu-v;$$

nach der Theorie der Functionen complexer Variabeln aber ist

$$i\lg.\left(z+\sqrt{1+z^2}\right)=\text{arc.sin}\,(zi),$$

mithin für $z=x\sqrt{i}$:

$$i\lg\left(xi+\sqrt{1+x^2 i}\right)=\text{arc.sin}\left(xi\sqrt{i}\right)=\text{arc.sin}\,x\,\frac{i-1}{\sqrt{2}},$$

also ist auch

$$\text{arc.sin}\,x\,\frac{i-1}{\sqrt{2}}=iu-v.$$

Setzt man in dieser Gleichung $-i$ an die Stelle von i und reducirt, so folgt das Resultat:

$$(b) \qquad \text{arc.sin}\left(x\sqrt{i}\right)=v+iu,$$

vergleicht man (a) mit (b), so wird einleuchtend, daß nur nothwendig, eine der beiden Functionen

$$\lg\left(x\sqrt{i}+\sqrt{1+x^2 i}\right),\quad \text{arc.sin}\left(x\sqrt{i}\right)$$

auf die Normalform zu reduciren, indem sich dann die Reduction der zweiten unmittelbar hinschreiben läßt. Nun ist bekanntlich

$$\lg.(p+qi)=\lg.\sqrt{p^2+q^2}+i\,\text{arc.sin}\,\frac{q}{\sqrt{p^2+q^2}}$$

dieses angewendet auf

$$\lg.\left(x\sqrt{i}+\sqrt{1+x^2 i}\right)=\lg.\left\{\left(\frac{x}{\sqrt{2}}+\cos\frac{\alpha}{2}.\sqrt{1+x^4}\right)+i\left(\frac{x}{\sqrt{2}}+\sin\frac{\alpha}{2}.\sqrt{1+x^4}\right)\right\}$$

gibt, nachdem für $\sin\frac{\alpha}{2}$ und $\cos\frac{\alpha}{2}$ die oben angesetzten Functionen von x gesetzt wurden, nach gehöriger Reduction:

$$(32)\ \lg.\left(x\sqrt{i}+\sqrt{1+x^2 i}\right)=\lg\left\{\sqrt{\tfrac{1}{2}\left(1+x^2+\sqrt{1+x^4}\right)}+\sqrt{\tfrac{1}{2}\left(-1+x^2+\sqrt{1+x^4}\right)}\right\}+i\,\text{arc.sin}\sqrt{\tfrac{1}{2}\left(1+x^2-\sqrt{1+x^4}\right)}$$

mithin

$$(33)\ \text{arc.sin}\left(x\sqrt{i}\right)=\text{arc.sin}\sqrt{\tfrac{1}{2}\left(1+x^2-\sqrt{1+x^4}\right)}+i\lg.\left\{\sqrt{\tfrac{1}{2}\left(1+x^2+\sqrt{1+x^4}\right)}+\sqrt{\tfrac{1}{2}\left(-1+x^2+\sqrt{1+x^4}\right)}\right\}.$$

Diese Ausdrücke in die obigen Integrale substituirt geben:

$$\int_0^x \frac{\sqrt{\sqrt{1+x^4}+1}}{\sqrt{1+x^4}}dx = \lg\left\{\sqrt{\tfrac{1}{2}(1+x^2+\sqrt{1+x^4})}+\sqrt{\tfrac{1}{2}(-1+x^2+\sqrt{1+x^4})}\right\}+\text{arc.sin}\sqrt{\tfrac{1}{2}(1+x^2-\sqrt{1+x^4})} \tag{34}$$
$$= \sqrt{2}\left\{\frac{x}{1}-\frac{1.3}{2.4}\frac{x^5}{5}+\frac{1.3.5.7}{2.4.6.8}\frac{x^9}{9}-\cdots\right\}$$

$$\int_0^x \frac{\sqrt{\sqrt{1+x^4}-1}}{\sqrt{1+x^4}}dx = \lg\left\{\sqrt{\tfrac{1}{2}(1+x^2+\sqrt{1+x^4})}+\sqrt{\tfrac{1}{2}(-1+x^2+\sqrt{1+x^4})}\right\}-\text{arc.sin}\sqrt{\tfrac{1}{2}(1+x^2-\sqrt{1+x^4})} \tag{35}$$
$$= \sqrt{2}\left\{\frac{1}{2}\frac{x^3}{3}-\frac{1.3.5}{2.4.6}\cdot\frac{x^7}{7}+\frac{1.3.5.7.9}{2.4.6.8.10}\frac{x^{11}}{11}-\cdots\right\}.$$

Werden diese Gleichungen einmal addirt, einmal subtrahirt, so folgt nach Division mit $\sqrt{2}$:

$$\sqrt{2}\lg.\left\{\sqrt{\tfrac{1}{2}(1+x^2+\sqrt{1+x^4})}+\sqrt{\tfrac{1}{2}(-1+x^2+\sqrt{1+x^4})}\right\}$$
$$= x+\tfrac{1}{2}\frac{x^3}{3}-\frac{1.3}{2.4}\frac{x^5}{5}-\frac{1.3.5}{2.4.6}\frac{x^7}{7}+\frac{1.3.5.7}{2.4.6.8}\frac{x^9}{9}+\cdots \tag{36}$$

$$\sqrt{2}\,\text{arc.sin}\sqrt{\tfrac{1}{2}(1+x^2-\sqrt{1+x^4})}.$$
$$= x-\tfrac{1}{2}\frac{x^3}{3}-\frac{1.3}{2.4}\frac{x^5}{5}+\frac{1.3.5}{2.4.6}\frac{x^7}{7}+\frac{1.3.5.7}{2.4.6.8}\frac{x^9}{9}-\cdots \tag{37}$$

Da der Durchgang durch das Imaginäre zuweilen eine Unsicherheit in Rücksicht der Vorzeichen zurückläßt, so haben wir die Integralfunctionen (34), (35) differenzirt, um uns direct von ihrer Genüge leistenden Eigenschaft zu überzeugen. In den Reihen (25), (26), (36), (37) haben die Glieder immer denselben Werth, aber die erste enthält nur Zeichenfolgen, die zweite nur Zeichenwechsel, die dritte und vierte haben abwechselnd eine Zeichenfolge und einen Zeichenwechsel und zwar beginnt die dritte mit einer Zeichenfolge, die vierte mit einem Zeichenwechsel.

Nähere Bestimmung des Unterschiedes zwischen dem arithmetischen und geometrischen Mittel positiver Größen und ein daraus abgeleitetes allgemeines Theorem der Integralrechnung.

Von **Franz Unferdinger,**

Lehrer der Mathematik an der öffentlichen Oberrealschule am Bauernmarkt und jener von Meixner am Alsergrund in Wien.

(Vorgelegt in der Sitzung vom 21. Juni 1867.)

Sind m und α_1 zwei positive Größen, so ist

$$M_a = \frac{1}{2}\{m^2 + (m+\alpha_1)^2\}$$

das arithmetische Mittel der Quantitäten

$$m^2,\ (m+\alpha_1)^2$$

und ihr geometrisches Mittel ist

$$M_g = m(m+\alpha_1).$$

Die Entwickelung des ersten gibt:

$$M_a = M_g + \frac{1}{2}\alpha_1^2,\ \text{also}\ M_a - M_g = \frac{1}{2}\alpha_1^2,\ M_a > M_g.$$

Sind $m,\ \alpha_1,\ \alpha_2$ drei positive Größen, so sind

$$M_a = \frac{1}{3}\{m^3 + (m+\alpha_1)^3 + (m+\alpha_2)^3\},$$
$$M_g = m(m+\alpha_1)(m+\alpha_2),$$

das arithmetische und geometrische Mittel der drei Quantitäten

$$m^3,\ (m+\alpha_1)^3,\ (m+\alpha_2)^3;$$

durch Entwickelung erhält man

$$M_a = m^3 + m^2(\alpha_1+\alpha_2) + m(\alpha_1^2+\alpha_2^2) + \frac{1}{3}(\alpha_1^3+\alpha_2^3),$$
$$M_g = m^3 + m^2(\alpha_1+\alpha_2) + m\alpha_1\alpha_2,$$

da nun nach dem früheren

$$\frac{1}{2}(\alpha_1^2+\alpha_2^2) > \alpha_1\alpha_2,$$

so ist

$$M_g < m^3 + m^2(\alpha_1 + \alpha_2) + \tfrac{1}{2}m(\alpha_1^2 + \alpha_2^2),$$

wird diese Ungleichung von der Gleichung für M_a abgezogen, so zeigt sich

$$M_a - M_g > \tfrac{1}{2}m(\alpha_1^2 + \alpha_2^2) + \tfrac{1}{3}(\alpha_1^3 + \alpha_2^3) > 0,$$

da alle Größen als positiv vorausgesetzt werden.

Betrachten wir die vier Größen

$$m^4,\ (m+\alpha_1)^4,\ (m+\alpha_2)^4,\ (m+\alpha_3)^4,$$

so sind ihre respectiven Mittel:

$$M_a = \tfrac{1}{4}\{m^4 + (m+\alpha_1)^4 + (m+\alpha_2)^4 + (m+\alpha_3)^4\},$$
$$M_g = m(m+\alpha_1)(m+\alpha_2)(m+\alpha_3)$$

oder

$$\begin{aligned} M_a = m^4 + m^3(\alpha_1+\alpha_2+\alpha_3) &+ \tfrac{3}{2}m^2(\alpha_1^2+\alpha_2^2+\alpha_3^2) \\ &+ \quad m(\alpha_1^3+\alpha_2^3+\alpha_3^3) \\ &+ \quad \tfrac{1}{4}(\alpha_1^4+\alpha_2^4+\alpha_3^4), \\ M_g = m^4 + m^3(\alpha_1+\alpha_2+\alpha_3) &+ m^2(\alpha_1\alpha_2+\alpha_1\alpha_3+\alpha_2\alpha_3) \\ &+ m\alpha_1\alpha_2\alpha_3. \end{aligned}$$

Nach dem früheren ist aber

$$\begin{aligned} \alpha_1\alpha_2 &< \tfrac{1}{2}(\alpha_1^2+\alpha_2^2), \\ \alpha_1\alpha_3 &< \tfrac{1}{2}(\alpha_1^2+\alpha_3^2), \\ \alpha_2\alpha_3 &< \tfrac{1}{2}(\alpha_2^2+\alpha_3^2), \\ \alpha_1\alpha_2\alpha_3 &< \tfrac{1}{3}(\alpha_1^3+\alpha_2^3+\alpha_3^3), \end{aligned}$$

mithin ist auch

$$\alpha_1\alpha_2 + \alpha_1\alpha_3 + \alpha_2\alpha_3 < \alpha_1^2 + \alpha_2^2 + \alpha_3^2,$$

dieses gibt für das geometrische Mittel die Relation:

$$M_g < m^4 + m^3(\alpha_1+\alpha_2+\alpha_3) + m^2(\alpha_1^2+\alpha_2^2+\alpha_3^2) + \tfrac{1}{3}m(\alpha_1^3+\alpha_2^3+\alpha_3^3)$$

und durch Subtraction von der Gleichung für M_a

$$M_a - M_g > \tfrac{1}{2}m^2(\alpha_1^2+\alpha_2^2+\alpha_3^2) + \tfrac{2}{3}m(\alpha_1^3+\alpha_2^3+\alpha_3^3) + \tfrac{1}{4}(\alpha_1^4+\alpha_2^4+\alpha_3^4) > 0.$$

Für die fünf Größen m^5, $(m+\alpha_1)^5$, $(m+\alpha_2)^5$, $(m+\alpha_3)^5$, $(m+\alpha_4)^5$ gibt die Entwickelung für die beiden Mittel folgende Ausdrücke:

$$M_a = m^5 + m^4\Sigma\alpha_1 + 2m^3\Sigma\alpha_1^2 + 2m^2\Sigma\alpha_1^3 + m\Sigma\alpha_1^4 + \frac{1}{5}\Sigma\alpha_1^5$$
$$M_g = m^5 + m^4\Sigma\alpha_1 + m^3\Sigma\alpha_1\alpha_2 + m^2\Sigma\alpha_1\alpha_2\alpha_3 + m\alpha_1\alpha_2\alpha_3\alpha_4$$

wobei Kürze halber gesetzt wurde

$$\Sigma\alpha_1^r \quad = \alpha_1^r + \alpha_2^r + \alpha_3^r + \alpha_4^r,$$
$$\Sigma\alpha_1\alpha_2 \quad = \alpha_1\alpha_2 + \alpha_1\alpha_3 + \alpha_1\alpha_4 + \alpha_2\alpha_3 + \alpha_2\alpha_4 + \alpha_3\alpha_4,$$
$$\Sigma\alpha_1\alpha_2\alpha_3 = \alpha_1\alpha_2\alpha_3 + \alpha_1\alpha_2\alpha_4 + \alpha_1\alpha_3\alpha_4 + \alpha_2\alpha_3\alpha_4.$$

Durch Anwendung der vorher gefundenen Relationen überzeugt man sich leicht, daß

$$\Sigma\alpha_1\alpha_2 \quad < \frac{3}{2}(\alpha_1^2 + \alpha_2^2 + \alpha_3^2 + \alpha_4^2) = \frac{3}{2}\Sigma\alpha_1^2,$$
$$\Sigma\alpha_1\alpha_2\alpha_3 \quad < \alpha_1^3 + \alpha_2^3 + \alpha_3^3 + \alpha_4^3 = \Sigma\alpha_1^3,$$
$$\alpha_1\alpha_2\alpha_3\alpha_4 < \frac{1}{4}(\alpha_1^4 + \alpha_2^4 + \alpha_3^4 + \alpha_4^4) = \frac{1}{4}\Sigma\alpha_1^4,$$

dieses gibt durch Substitution in dem Ausdruck für M_g

$$M_g < m^5 + m^4\Sigma\alpha_1 + \frac{3}{2}m^3\Sigma\alpha_1^2 + m^2\Sigma\alpha_1^3 + \frac{1}{4}m\Sigma\alpha_1^4$$

also

$$M_a - M_g > \frac{1}{2}m^3\Sigma\alpha_1^2 + m^2\Sigma\alpha_1^3 + \frac{3}{4}m\Sigma\alpha_1^4 + \frac{1}{5}\Sigma\alpha_1^5 > 0.$$

Wie diese Schlußweise fortgesetzt werden kann ist wohl ersichtlich. Man kann daraus inductiv den Satz ableiten: **Das arithmetische Mittel mehrerer positiver Zahlen ist größer als das geometrische Mittel.**

Cauchy hat in der zweiten Note zu seinem Cours d'analyse diesen Satz ebenfalls successive bewiesen; aber aus zwei Größen für vier, aus vier Größen für acht, aus diesen für sechszehn, u. s. f. Liegt die Anzahl der Größen zwischen den Potenzen von 2, so führt er den Fall durch eine seperate Betrachtung auf die früheren Fälle zurück. Dadurch, daß wir die Größen um deren Mittel es sich handelt als Potenzen voraussetzen, deren Exponent gleich ihrer Anzahl ist, werden die geometrischen Mittel rational und wir können von zwei Größen sofort auf drei, von drei auf vier u. s. w. übergehen. Aber die Sache bietet bei dieser Art der Untersuchung noch eine andere Ansicht dar. Stellen wir zur Übersicht die bisher gefundenen Relationen zusammen:

$$M_a - M_g = \tfrac{1}{2}\alpha_1^2 > 0,$$
$$M_a - M_g > \tfrac{1}{2}m\Sigma\alpha_1^2 + \tfrac{1}{3}\Sigma\alpha_1^3 > 0,$$
$$M_a - M_g > \tfrac{1}{2}m^2\Sigma\alpha_1^2 + \tfrac{2}{3}m\Sigma\alpha_1^3 + \tfrac{1}{4}\Sigma\alpha_1^4 > 0,$$
$$M_a - M_g > \tfrac{1}{2}m^3\Sigma\alpha_1^2 + m^2\Sigma\alpha_1^3 + \tfrac{3}{4}m\Sigma\alpha_1^4 + \tfrac{1}{5}\Sigma\alpha_1^5 > 0,$$

so zeigt sich nicht nur, daß das arithmetische Mittel größer ist als das geometrische, sondern es läßt sich bei mehr als zwei Quantitäten immer eine positive Größe angeben, welche kleiner ist als der Unterschied zwischen dem arithmetischen und geometrischen Mittel. Diese nähere Bestimmung ganz allgemein festzustellen, bildet den Gegenstand der vorliegenden Untersuchung. Wir wollen voraussetzen, das arithmetische Mittel sei größer als das geometrische für $2, 3, \ldots n-1$ Quantitäten, um hiermit die eben gedachte positive Größe für n Quantitäten

$$m^n,\ (m+\alpha_1)^n,\ (m+\alpha_2)^n,\ (m+\alpha_3)^n \ldots (m+\alpha_{n-1})^n$$

zu entwickeln. Es ist

$$M_a = \frac{1}{n}\{m^n + (m+\alpha_1)^n + (m+\alpha_2)^n + \ldots + (m+\alpha_{n-1})^n\}$$
$$M_g = m(m+\alpha_1)(m+\alpha_2)\ldots(m+\alpha_{n-1})$$

oder

$$M_a = m^n + m^{n-1}\Sigma\alpha_1 + \frac{1}{n}\left\{\binom{n}{2}m^{n-2}\Sigma\alpha_1^2 + \binom{n}{3}m^{n-3}\Sigma\alpha_1^3 + \ldots + \binom{n}{n}\Sigma\alpha_1^n\right\}$$
$$M_g = m^n + m^{n-1}\Sigma\alpha_1 + m^{n-2}\Sigma\alpha_1\alpha_2 + m^{n-3}\Sigma\alpha_1\alpha_2\alpha_3 + \ldots + m\alpha_1\alpha_2\ldots\alpha_{n-1}.$$

Nun ist

$$\alpha_1\alpha_2 < \tfrac{1}{2}(\alpha_1^2 + \alpha_2^2) \quad \text{mithin} \quad \Sigma\alpha_1\alpha_2 < \tfrac{1}{2}\binom{n-2}{1}\Sigma\alpha_1^2,$$
$$\alpha_1\alpha_2\alpha_3 < \tfrac{1}{3}(\alpha_1^3 + \alpha_2^3 + \alpha_3^3) \quad \text{mithin} \quad \Sigma\alpha_1\alpha_2\alpha_3 < \tfrac{1}{3}\binom{n-2}{2}\Sigma\alpha_1^3,$$
$$\alpha_1\alpha_2\alpha_3\alpha_4 < \tfrac{1}{4}(\alpha_1^4 + \alpha_2^4 + \alpha_3^4 + \alpha_4^4) \quad \text{mithin} \quad \Sigma\alpha_1\alpha_2\alpha_3\alpha_4 < \tfrac{1}{4}\binom{n-2}{3}\Sigma\alpha_1^4,$$

. . . .

also durch Substitution in der Gleichung für M_g:

$$M_g < m^n + m^{n-1}\Sigma\alpha_1 + \tfrac{1}{2}\binom{n-2}{1}m^{n-2}\Sigma\alpha_1^2 + \tfrac{1}{3}\binom{n-2}{2}m^{n-3}\Sigma\alpha_1^3 + \ldots + \frac{1}{n-1}\Sigma\alpha_1^{n-1}.$$

Wird diese Relation von der vorhergehenden Gleichung für M_a subtrahirt, so zeigt sich:

$$\begin{aligned}M_a-M_g>&\left\{\frac{1}{n}\binom{n}{2}-\tfrac{1}{2}\binom{n-2}{1}\right\}m^{n-2}\Sigma\alpha_1^2,\\ &+\left\{\frac{1}{n}\binom{n}{3}-\tfrac{1}{3}\binom{n-2}{2}\right\}m^{n-3}\Sigma\alpha_1^3,\\ &+\left\{\frac{1}{n}\binom{n}{4}-\tfrac{1}{4}\binom{n-2}{3}\right\}m^{n-4}\Sigma\alpha_1^4,\\ &+\ \ldots\ldots\ldots\ldots\\ &+\left\{\frac{1}{n}\binom{n}{n-1}-\frac{1}{n-1}\binom{n-2}{n-2}\right\}m\Sigma\alpha_1^{n-1}+\frac{1}{n}\binom{n}{n}\Sigma\alpha_1^n\end{aligned}$$

die Coëfficienten der Glieder rechter Hand sind der Reihe nach gleich:

$$\tfrac{1}{2},\ \tfrac{1}{3}\binom{n-2}{1},\ \tfrac{1}{4}\binom{n-2}{2},\ \ldots\ \frac{1}{n-1}\binom{n-2}{n-3},\ \frac{1}{n}\binom{n-2}{n-2}$$

wodurch sich unsere Relation in die folgende vereinfacht:

$$M_a-M_g>\tfrac{1}{2}\,m^{n-2}\Sigma\alpha_1^2+\tfrac{1}{3}\binom{n-2}{1}m^{n-3}\Sigma\alpha_1^3+\tfrac{1}{4}\binom{n-2}{2}m^{n-4}\Sigma\alpha_1^4+\ldots+\frac{1}{n-1}\binom{n-2}{n-3}m\Sigma\alpha_1^{n-1}+\frac{1}{n}\Sigma\alpha_1^n>0.$$

Wie man sich durch directe Substitution überzeugen kann, gilt dieselbe für $n=3$, $n=4$, $n=5$, in welchen Fällen man die schon oben zusammengestellten Resultate erhält, also gilt diese Relation nach bekannter Schlußweise auch für $n=6, 7,\ldots$ d. h. allgemein.

Die rechter Hand stehende Reihe kann, wenn gemerkt wird, daß sich das Summenzeichen nur auf die α bezieht auch so geschrieben werden:

$$\Sigma\left\{\tfrac{1}{2}\,m^{n-2}\alpha_1^2+\tfrac{1}{3}\binom{n-2}{1}m^{n-3}\alpha_1^3+\tfrac{1}{4}\binom{n-2}{2}m^{n-4}\alpha_1^4+\ldots+\frac{1}{n-1}\binom{n-2}{n-3}m\alpha_1^{n-1}+\frac{1}{n}\binom{n-2}{n-2}\alpha_1^n\right\}$$

und diese läßt sich leicht summiren. Betrachten wir zunächst die folgende Reihe, in welcher x eine Variabele bezeichnet:

$$\alpha_1^2\left\{m^{n-2}x+\binom{n-2}{1}m^{n-3}\alpha_1x^2+\binom{n-2}{2}m^{n-4}\alpha_1^2x^3+\ldots+\binom{n-2}{n-3}m\alpha_1^{n-3}x^{n-2}+\binom{n-2}{n-2}\alpha_1^{n-2}x^{n-1}\right\}$$

wird dieselbe mit dx multiplicirt und zwischen den Grenzen 0 und 1 integrirt, so erhält man die Reihe unter dem Summenzeichen. Es ist daher

$$M_a-M_g>\Sigma\alpha_1^2\int_0^1(m+\alpha_1x)^{n-2}x\,dx>0,$$

wird eine neue Variabele eingeführt mittelst der Beziehung $z=m+\alpha_1 x$, wodurch sich die Integrationsgrenzen 0, 1 in m, $m+\alpha_1$ verwandeln, so wird

$$M_a-M_g>\Sigma\int_m^{m+\alpha_1} z^{n-2}(z-m)\,dz>0$$

und jetzt läßt sich die Integration ohne weiters ausführen, man gelangt zu folgendem Ausdruck:

$$M_a-M_g>\frac{1}{n}\Sigma(m+\alpha_1)^n-\frac{m}{n-1}\Sigma(m+\alpha_1)^{n-1}+\frac{m^n}{n}>0.$$

Da sich das Summenzeichen auf die $n-1$ Werthe α_1, α_2, $\alpha_3, \ldots \alpha_{n-1}$ bezieht, so ist

$$M_a=\frac{m^n}{n}+\frac{1}{n}\Sigma(m+\alpha_1)^n,$$

mithin

$$M_a-M_g>M_a-\frac{m}{n-1}\Sigma(m+\alpha_1)^{n-1}>0 \text{ oder } M_g<\frac{m}{n-1}\Sigma(m+\alpha_1)^{n-1}<M_a.$$

Die positive Größe

$$M_a-\frac{m}{n-1}\Sigma(m+\alpha_1)^{n-1}$$

ist also immer kleiner als der positive Unterschied zwischen dem arithmetischen und geometrischen Mittel der Quantitäten

$$m^n,\ (m+\alpha_1)^n,\ (m+\alpha_2)^n, \ldots (m+\alpha_{n-1})^n$$

oder die Größe

$$\frac{m}{n-1}\Sigma(m+\alpha_1)^{n-1}$$

ist eine Mittelgröße zwischen M_a und M_g.

Setzen wir, um von unseren Potenzen auf die gewöhnliche Form des Gegenstandes zu kommen

$$m^n=A,\ (m+\alpha_1)^n=A_1,\ (m+\alpha_2)^n=A_2,\ \ldots (m+\alpha_{n-1})^n=A_{n-1}$$

so wird

$$M_a=\frac{1}{n}(A+A_1+A_2+\ldots+A_{n-1}),\quad M_g=\sqrt[n]{AA_1A_2\ldots A_{n-1}}$$

und die letzte Summenformel verwandelt sich in

$$\frac{1}{n-1}\left\{A_1\sqrt[n]{\frac{A}{A_1}}+A_2\sqrt[n]{\frac{A}{A_2}}+A_3\sqrt[n]{\frac{A}{A_3}}+\ldots+A_{n-1}\sqrt[n]{\frac{A}{A_{n-1}}}\right\},$$

das Vorhergehende gibt als Resultat folgenden

I. Lehrsatz.

Bezeichnen $A, A_1, A_2, \ldots A_{n-1}$ n positive Größen, welche nicht alle einander gleich sind, von denen A die kleinste ist, ferner M_a und M_g das arithmetische und geometrische Mittel derselben, so ist erstens M_a größer als M_g, zweitens M_a-M_g größer als die positive Quantität

$$M_a-\frac{1}{n-1}\left\{A_1\sqrt[n]{\frac{A}{A_1}}+A_2\sqrt[n]{\frac{A}{A_2}}+\ldots+A_{n-1}\sqrt[n]{\frac{A}{A_{n-1}}}\right\}$$

oder das arithmetische Mittel der $n-1$ Größen

$$A_1\sqrt[n]{\frac{A}{A_1}},\quad A_2\sqrt[n]{\frac{A}{A_2}},\quad A_3\sqrt[n]{\frac{A}{A_3}},\quad \ldots A_{n-1}\sqrt[n]{\frac{A}{A_{n-1}}}$$

ist eine Mittelgröße zwischen M_a und M_g.

Wir haben oben den zweiten Theil der Relation für M_a-M_g durch ein bestimmtes Integral summirt; derselbe Zweck läßt sich indessen auch mit elementaren Mitteln erreichen, wie wir noch zeigen wollen. Die Coëfficienten der Reihe unter dem Summenzeichen lassen auch folgende Darstellung zu:

Es ist

$$\frac{1}{2}=\frac{1}{n}\binom{n}{2}-\frac{1}{n-1}\binom{n-1}{2},$$

$$\frac{1}{3}\binom{n-2}{1}=\frac{1}{n}\binom{n}{3}-\frac{1}{n-1}\binom{n-1}{3},$$

$$\frac{1}{4}\binom{n-2}{2}=\frac{1}{n}\binom{n}{4}-\frac{1}{n-1}\binom{n-1}{4},$$

. . . .

$$\frac{1}{n-1}\binom{n-2}{n-3}=\frac{1}{n}\binom{n}{n-1}-\frac{1}{n-1}\binom{n-1}{n-1},$$

$$\frac{1}{n}\binom{n-2}{n-2}=\frac{1}{n}\binom{n}{n},$$

durch Substitution dieser Werthe zerfällt die Reihe in folgende zwei:

$$\frac{1}{n}\left\{\binom{n}{2}m^{n-2}\alpha_1^2+\binom{n}{3}m^{n-3}\alpha_1^3+\binom{n}{4}m^{n-4}\alpha_1^4+\ldots+\binom{n}{n-1}m\alpha_1^{n-1}+\binom{n}{n}\alpha_1^n\right\}$$

$$-\frac{m}{n-1}\left\{\binom{n-1}{2}m^{n-3}\alpha_1^2+\binom{n-1}{3}m^{n-4}\alpha_1^3+\binom{n-1}{4}m^{n-5}\alpha_1^4+\ldots+\binom{n-1}{n-1}\alpha_1^{n-1}\right\},$$

wofür man nach dem binomischen Lehrsatz auch setzen kann:

$$\frac{1}{n}\{(m+\alpha_1)^n-m^n-nm^{n-1}\alpha_1\}$$

$$-\frac{m}{n-1}\{(m+\alpha_1)^{n-1}-m^{n-1}-(n-1)m^{n-2}\alpha_1\}$$

und deren Vereinigung gibt jetzt:

$$\frac{1}{n}(m+\alpha_1)^n-\frac{m}{n-1}(m+\alpha_1)^{n-1}+\frac{m^n}{n(n-1)},$$

also ist wie oben

$$M_a-M_g>\frac{1}{n}\Sigma(m+\alpha_1)^n-\frac{m}{n-1}\Sigma(m+\alpha_1)^{n-1}+\frac{m^n}{n},$$

indem nach dem Sinne des Summenzeichens:

$$\Sigma\frac{m^n}{n(n-1)}=\frac{m^n}{n}$$

ist.

Wenn wir auf den zweiten Theil der Relation

$$M_a>\frac{1}{n-1}\left\{A_1\sqrt[n]{\frac{A}{A_1}}+A_2\sqrt[n]{\frac{A}{A_2}}+A_3\sqrt[n]{\frac{A}{A_3}}+\ldots+A_{n-1}\sqrt[n]{\frac{A}{A_{n-1}}}\right\}=M_a^{\prime}$$

den vorhergehenden Lehrsatz abermals anwenden und hierzu voraussetzen, daß die $A, A_1, A_2, \ldots A_{n-1}$, nicht alle einander gleich und aufsteigend nach ihrer Größe geordnet sind, so ist auch

$$A_1\sqrt[n]{\frac{A}{A_1}}<A_2\sqrt[n]{\frac{A}{A_2}}<A_3\sqrt[n]{\frac{A}{A_3}}<\ldots<A_{n-1}\sqrt[n]{\frac{A}{A_{n-1}}}$$

und es folgt nach kurzer Rechnung:

$$M_a^{\prime}>\frac{1}{n-2}\left\{A_2\sqrt[n]{\frac{AA_1}{A_2^2}}+A_3\sqrt[n]{\frac{AA_1}{A_3^2}}+A_4\sqrt[n]{\frac{AA_1}{A_4^2}}+\ldots+A_{n-1}\sqrt[n]{\frac{AA_1}{A_{n-1}^2}}\right\}=M_a^{\prime\prime}.$$

Man wird leicht beurtheilen, daß die $n-2$ Glieder dieses arithmetischen Mittels wieder eine steigende Reihe formiren

$$A_2\sqrt[n]{\frac{AA_1}{A_2^2}}<A_3\sqrt[n]{\frac{AA_1}{A_3^2}}<A_4\sqrt[n]{\frac{AA_1}{A_4^2}}<\ldots<A_{n-1}\sqrt[n]{\frac{AA_1}{A_{n-1}^2}}$$

wodurch die Anwendung des obigen Lehrsatzes abermals ermöglicht wird.

Es findet sich hiermit:

$$M_a''>\frac{1}{n-3}\left\{A_3\sqrt[n]{\frac{AA_1A_2}{A_3^2}}+A_4\sqrt[n]{\frac{AA_1A_2}{A_4^2}}+A_5\sqrt[n]{\frac{AA_1A_2}{A_5^2}}+\ldots+A_{n-1}\sqrt[n]{\frac{AA_1A_2}{A_{n-1}^2}}\right\}=M_a'''$$

worin wieder

$$A_3\sqrt[n]{\frac{AA_1A_2}{A^2}}<A_4\sqrt[n]{\frac{AA_1A_2}{A_4^2}}<A_5\sqrt[n]{\frac{AA_1A_2}{A_5^2}}<\ldots<A_{n-1}\sqrt[n]{\frac{AA_1A_2}{A_{n-1}^2}}$$

wodurch ein weiterer Schluß gestattet ist. Man gelangt so zu einer Reihe von arithmetischen Mitteln M_a', M_a'', M_a''', ... $M_a^{(n-1)}$ respective zwischen $n-1$, $n-2$, $n-3$, ... 1 Größen, welche mit M_a eine fallende Reihe bilden, so daß

$$M_a>M_a'>M_a''>M_a'''>\ldots>M_a^{(n-1)}.$$

Aber aus dem algebraischen Bau dieser Ausdrücke wird sich die Folgerung ergeben

$$M_a^{(n-1)}=\sqrt[n]{AA_1A_2\ldots A_{n-1}}=M_g,$$

daß das geometrische Mittel der n Größen A, A_1, A_2, ... A_{n-1} den Schluß der Reihe bildet. Diese Ergebnisse zeigen, daß der oben bewiesene Lehrsatz nur einen Theil eines größeren algebraischen Theorems ausspricht, welches letztere wir in Folgendem zusammenfassen:

2. Lehrsatz.

Bezeichnen A, A_1, A_2, ... A_{n-1} n positive in eine steigende Reihe geordnete Größen, ist ferner

$$M_a=\frac{1}{n}\{A+A_1+A_2+\ldots+A_{n-1}\},$$

$$M_a'=\frac{1}{n-1}\left\{A_1\sqrt[n]{\frac{A}{A_1}}+A_2\sqrt[n]{\frac{A}{A_2}}+A_3\sqrt[n]{\frac{A}{A_3}}+\ldots+A_{n-1}\sqrt[n]{\frac{A}{A_{n-1}}}\right\},$$

$$M_a''=\frac{1}{n-2}\left\{A_2\sqrt[n]{\frac{AA_1}{A_2^2}}+A_3\sqrt[n]{\frac{AA_1}{A_3^2}}+A_4\sqrt[n]{\frac{AA_1}{A_4^2}}+\ldots+A_{n-1}\sqrt[n]{\frac{AA_1}{A_{n-1}^2}}\right\},$$

$$M_a'''=\frac{1}{n-3}\left\{A_3\sqrt[n]{\frac{AA_1A_2}{A_3^2}}+A_4\sqrt[n]{\frac{AA_1A_2}{A_4^2}}+A_5\sqrt[n]{\frac{AA_1A_2}{A_5^2}}+\ldots+A_{n-1}\sqrt[n]{\frac{AA_1A_2}{A_{n-1}^2}}\right\},$$

. . . .

$$M_a^{(n-1)}=\sqrt[n]{AA_1A_2\ldots A_{n-1}}=M_g,$$

so ist immer

$$M_a > M'_a > M''_a > M'''_a > \ . \ . \ . > M_g.$$

Es verdient noch bemerkt zu werden, daß die geometrischen Mittel derjenigen Größen, deren arithmetische Mittel wir durch M_a, M'_a, M''_a, M'''_a,... bezeichnet haben, alle einander gleich sind, und zwar gleich

$$M_g = \sqrt[n]{AA_1A_2 \ . \ . \ . A_{n-1}},$$

wovon man sich durch directe Rechnung leicht überzeugt und hierin besteht die charakteristische Eigenschaft der mit $M_a^{(r)}$ bezeichneten Functionen von A, A_1,... A_{n-1}.

Anwendung des vorhergehenden Theorems.

Geht man von der Definition eines bestimmten Integrals als einer Summe aus, so gelten folgende zwei bekannte Gleichungen:

$$\int_a^b f(x)\,dx = (b-a)\lim . \frac{1}{n}\{f(a)+f(a+h)+f(a+2h)+\ldots+f(a+\overline{n-1}h)\}, \quad (1)$$

$$\int_a^b \lg . f(x)dx = (b-a)\lim . \frac{1}{n}\{\lg . f(a)+\lg . f(a+h)+\lg . f(a+2h)+\ldots+\lg . f(a+\overline{n-1}h)\} \quad (2)$$

in welchen $b-a$ das Integrationsintervall bezeichnet, $h = \frac{b-a}{n}$ ist und n gegen unendlich divergirt. Man kann aber das bestimmte Integral auch als ein Product betrachten aus einer Constante $b-a$ in die Limite eines arithmetischen Mittels. Setzt man des arithmetische Mittel der n Größen

$$f(a),\ f(a+h),\ f(a+2h), \ldots f(a+\overline{n-1}h)$$

gleich M_a und ihr geometrisches Mittel gleich M_g, so ist offenbar

$$\frac{1}{n}\{\lg . f(a)+\lg . f(a+h)+\lg . f(a+2h)+ \ . \ . \ . +\lg f(a+\overline{n-1}h)\} = \lg . M_g$$

$$\int_a^b f(x)\,dx = (b-a)\lim . M_a, \qquad e^{\frac{1}{b-a}\int_a^b \lg . f(x)\,dx} = \lim . M_g.$$

Bezeichnet nun $f(x)$ eine solche Function von x, welche zwischen den Grenzen a und b positiv bleibt, so sind die Glieder der vorhergehenden Mittel sämmtlich positiv und von einander verschieden und man hat nach dem Obigen folgende Relation:

(3) $$\int_a^b f(x)\,dx > (b-a)e^{\frac{1}{b-a}\int_a^b \lg . f(x)\,dx}.$$

Bezeichnet r irgend eine zwischen 1 und n gelegene ganze Zahl, so ist nach dem vorhergehenden algebraischen Theorem

$$M_a^{(r)} = \frac{1}{n-r}\left\{A_r \sqrt[n]{\frac{AA_1A_2\ldots A_{r-1}}{A_r^r}} + A_{r+1}\sqrt[n]{\frac{AA_1A_2\ldots A_{r-1}}{A_{r+1}^r}} + \ldots + A_{n-1}\sqrt[n]{\frac{AA_1A_2\ldots A_{r-1}}{A_{n-1}^r}}\right\}$$

immer eine Mittelgröße zwischen M_a und M_g, wenn die A sämmtlich positiv und nicht alle einander gleich sind. Setzt man hierin allgemein

$$A_s = f(a+sh),$$

indem $f(x)$ eine Function von x bezeichnet, welche positiv bleibt von $x=a$ bis $x=b$, $h=\frac{b-a}{n}$ ist wie in (1) und (2) und

(5) $$n = kr,$$

so daß k irgend eine ganze oder gebrochene Zahl zwischen 1 und n ist, so überzeugt man sich leicht, daß der Ausdruck übergeht in

$$M_a^{(r)} = \frac{1}{(k-1)r}e^{\frac{1}{kr}(\alpha+\alpha_1+\alpha_2+\ldots+\alpha_{r-1})} . \left\{e^{\left(1-\frac{1}{k}\right)\alpha_r} + e^{\left(1-\frac{1}{k}\right)\alpha_{r+1}} + \ldots + e^{\left(1-\frac{1}{k}\right)\alpha_{kr-1}}\right\},$$

wenn man zur Abkürzung die Bezeichnung einführt:

$$\alpha_s = \lg . f(a+sh).$$

Läßt man nun r gegen unendlich divergiren, wodurch auch n unendlich wird und geht zur Grenze über, so ist zunächst nach der Definitionsgleichung (2)

$$\lim . \frac{1}{r}\{\alpha_1+\alpha_2+\alpha_3+\ldots+\alpha_{r-1}\} = \frac{k}{b-a}\int_a^{b'} \lg . f(x)\,dx,$$

wenn

(6) $$b' = a + \frac{b-a}{k}$$

und in Folge dessen

$$\lim . M_a^{(r)} = e^{\frac{1}{b-a}\int_a^{b'} \lg . f(x)\,dx} . \lim . \frac{1}{(k-1)r}\left\{f(b')^{\frac{k-1}{k}} + f(b'+h)^{\frac{k-1}{k}} + \ldots + f(b'+\overline{(k-1)r-1}.h)^{\frac{k-1}{k}}\right\},$$

denn es ist

$$e^{\left(1-\frac{1}{k}\right)a_r} = f(b')^{\frac{k-1}{k}}.$$

Die Limite im zweiten Theil kann wieder nach (1) in ein bestimmtes Integral umgesetzt werden und man erhält:

$$(7)\quad \lim.M_a^{(r)} = \frac{k}{(k-1)(b-a)} \cdot e^{\frac{1}{b-a}\int_a^{b'} \lg.f(x)\,dx} \cdot \int_{b'}^{b} f(x)^{\frac{k-1}{k}}.\,dx.$$

Dieser Ausdruck ist als eine Function von a, b und k zu betrachten und ist wenn k zwischen 1 und ∞ liegt eine Mittelgröße zwischen

$$\lim.M_a = \frac{1}{b-a}\int_a^b f(x)\,dx \text{ und } \lim.M_g = e^{\frac{1}{b-a}\int_a^b \lg.f(x)\,dx}, \quad (8)$$

welche Functionen von a und b sind; a und b sind beliebig, nur unabhängig von k. Nach dem obigen Theorem muß $M_a^{(r)}$ abnehmen, wenn r zunimmt, da nun nach (5)

$$r = \frac{n}{k},$$

so muß die vorstehende Function von k für $k=1$ ihren kleinsten, für $k=\infty$ ihren größten Werth erlangen und innerhalb dieser Grenzen mit k beständig wachsen. Ist $k=1$, so wird $b'=b$ die Exponentielle in (7) reducirt sich auf

$$e^{\frac{1}{b-a}\int_a^b \lg.f(x)\,dx},$$

das letzte Integrale auf $b-b'$, welches mit dem ersten Factor die unbestimmte Form erzeugt:

$$\frac{k(b-b')}{(k-1)(b-a)} = \frac{1}{b-a}\cdot\frac{b-b'}{k-1};$$

aber der Werth dieses Bruches für $k=1$ ist gleich der Einheit, mithin reducirt sich die Function (7) in diesem Falle auf Lim. M_g in (8). Wird $k=\infty$, so ist $b'=a$, die Exponentielle wird der Einheit gleich, der Bruch vor derselben erlangt den Werth $\frac{1}{b-a}$ und es wird

$$\lim.M_a^{(r)} = \frac{1}{b-a}\int_a^b f(x)\,dx$$

d. h. der Ausdruck (7) reducirt sich auf lim. M_n in (8). Die Vereinigung dieser analystischen Resultate gibt folgenden bemerkenswerthen

3. Lehrsatz.

Bezeichnet $f(x)$ eine solche Function von x, welche positiv bleibt von $x=a$ bis $x=b$ und k irgend einen Zahlwerth zwischen 1 und ∞, ist ferner $b'=a+\frac{b-a}{k}$, so ist

$$\frac{k}{k-1}\,e^{\frac{1}{b-a}\int_a^{b'}\lg.f(x)\,dx}\,.\int_{b'}^{b} f(x)^{\frac{k-1}{k}}\,.\,dx$$

eine solche Function von k, welche mit k beständig wächst, und zwar ist ihr kleinster Werth für $k=1$ gleich

$$(b-a)\,e^{\frac{1}{b-a}\int_a^{b}\lg.f(x)\,dx}$$

und ihr größter Werth für $k=\infty$ gleich

$$\int_a^b f(x)\,dx.$$

Führen wir statt k eine andere Variabele u ein, mittelst der Beziehung

$$k=\frac{b-a}{u-a},$$

so verwandeln sich die Grenzen 1 und ∞ für k in jene b und a für u, es wird $b'=u$ und das obige Theorem lautet nun so:

Bezeichnet $f(x)$ eine solche Function von x, welche positiv bleibt von $x=a$ bis $x=b$, so ist

$$(9)\qquad F(u)=\frac{b-a}{b-u}\,e^{\frac{1}{b-a}\int_a^{u}\lg.f(x)\,dx}\,.\int_u^{b} f(x)^{\frac{b-u}{b-a}}\,.\,dx$$

eine solche Function von u, welche von $u=b$ bis $u=a$ beständig wächst, und zwar ist ihr kleinster Werth für $u=b$ gleich

$$(10)\qquad F(b)=(b-a)\,.\,e^{\frac{1}{b-a}\int_a^{b}\lg.f(x)\,dx}$$

und ihr größter für $u=a$ gleich

$$F(a)=\int_a^b f(x)\,dx. \tag{11}$$

Die Größe $M_a^{(r)}$ ist das arithmetische Mittel der $(k-1)\,r$ Quantitäten:

$$e^{\frac{1}{kr}(\alpha+\alpha_1+\ldots+\alpha_{r-1})}\cdot e^{\left(1-\frac{1}{k}\right)\alpha_r},$$

$$e^{\frac{1}{kr}(\alpha+\alpha_1+\ldots+\alpha_{r-1})}\cdot e^{\left(1-\frac{1}{k}\right)\alpha_{r+1}},$$

$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$

$$e^{\frac{1}{kr}(\alpha+\alpha_1+\ldots+\alpha_{r-1})}\cdot e^{\left(1-\frac{1}{k}\right)\alpha_{kr-1}},$$

das geometrische Mittel derselben aber ist:

$$M_g^{(r)}=e^{\frac{1}{kr}(\alpha+\alpha_1+\ldots+\alpha_{r-1})}\cdot e^{\left(1-\frac{1}{k}\right)\frac{1}{(k-1)\,r}(\alpha_r+\alpha_{r+1}+\ldots+\alpha_{kr-1})},$$

gehen wir wieder zur Grenze über, indem r gegen unendlich divergirt, so convergirt die erste Exponentielle gegen

$$e^{\frac{1}{b-a}\int_a^{b'}\lg.f(x)\,dx}$$

und die zweite gegen

$$e^{\frac{1}{b-a}\int_{b'}^{b}\lg.f(x)\,dx},$$

weil

$$\lim.\frac{1}{(k-1)r}\{\alpha_r+\alpha_{r+1}+\ldots+\alpha_{kr-1}\}=\frac{k}{(k-1)(b-a)}\int_{b'}^{b}\lg.f(x)\,dx,$$

mithin ist

$$\lim.M_g^{(r)}=e^{\frac{1}{b-a}\int_a^{b}\lg.f(x)\,dx}=\lim.M_g,$$

also unabhängig von $k=\frac{n}{r}$. Dieses steht in Übereinstimmung mit einer früheren Bemerkung, wonach diejenigen Quantitäten deren arithmetische Mittel M_a, M_a', M_a'',... sind, alle dasselbe geometrische Mittel M_g haben. Dieses analytische Ergebniß läßt sich auch leicht direct an der Function $F(u)$ nachweisen. Bezeichnen wir das arith-

metische und geometrische Mittel der n Größen $f(a), f(a+h), \ldots f(a+\overline{n-1}h)$ mit M_a und M_g und gehen zur Grenze über, so ist nach dem Obigen:

$$(8) \qquad \lim . M_a = \frac{1}{b-a}\int_a^b f(x)\,dx, \quad \lim . M_g = e^{\frac{1}{b-a}\int_a^b \lg . f(x)\,dx},$$

wir wollen das erste Integrale die arithmetische Limite und das zweite die geometrische Limite nennen. Die zweite Gleichung zeigt, wie zu jeder arithmetischen.Limite, die zugehörige geometrische formirt wird und diese Anleitung übertragen wir nun auf die mit $F(u)$ bezeichnete Function. Da die Exponentielle in (9) in Bezug auf x als Constante zu betrachten ist, so kann sie unter das Integralzeichen gestellt werden, so daß

$$\frac{F(u)}{b-a} = \frac{1}{b-u}\int_u^b e^{\frac{1}{b-a}\int_a^u \lg . f(x)\,dx} . f(x)^{\frac{b-u}{b-a}} . dx,$$

die zugehörige geometrische Limite ist nun gleich:

$$e^{\frac{1}{b-u}\int_u^b \left\{\frac{1}{b-a}\int_a^u \lg . f(x)\,dx + \frac{b-u}{b-a}\lg . f(x)\right\} dx}$$

$$= e^{\frac{1}{b-u}\left\{\frac{b-u}{b-a}\int_a^u \lg . f(x)\,dx + \frac{b-u}{b-a}\int_u^b \lg . f(x)\,dx\right\}}$$

$$= e^{\frac{1}{b-a}\int_a^b \lg . f(x)\,dx} = \lim . M_g,$$

also ist die geometrische Limite zu $F(u)$ gleich $F(b)$, gleich der geometrischen Limite zu $F(a)$, unabhängig von u und hierin besteht die charakteristische Eigenschaft der Function $F(u)$.

Bisher standen sich wie Gegensätze das arithmetische und geometrische Mittel gegenüber, aber die Function $M_a^{(r)}$ geht nach und nach für zunehmende Werthe von r von M_a zu M_g über und ebenso ist $F(u)$ die Mittelfunction zwischen $F(a)$ und $F(b)$, $F(b)$ ist die geometrische Limite derselben Elemente deren arithmetische Limite das bestimmte Integrale $F(a)$ ist.

Über das Vorkommen des Trimethylamins im Weine.

Von Dr. **Ernest Ludwig.**

Herr Professor Brücke machte der mathem.-naturw. Classe der kais. Akademie der Wissenschaften in der Sitzung vom 26. April 1866 die Mittheilung, daß er durch Metawolframsäure aus dem weissen österreichischen Landweine einen Niederschlag abgeschieden habe, welcher beim Zerlegen mit kohlensaurem Natron an Alkoholäther eine Substanz abgiebt, die beim Verdampfen des Lösungsmittels zurückbleibt, intensiv bitter schmeckt und beim Glühen mit Natronkalk einen flüchtigen Körper von stark alkalischer Reaction liefert, der durch Metawolframsäure, Phosphormolybdänsäure und das Neßler'sche Reagens gefällt wird, somit die Reactionen einer flüchtigen organischen Base zeigt.

Auf Anregung des Herrn Prof. Brücke übernahm ich es, die Untersuchung weiter zu führen.

Durch die zur Abscheidung von Basen allgemein gebräuchlichen Methoden zeigte sich zunächst, daß in dem Weine eine flüchtige, brennbare Base enthalten sei, deren Untersuchung ich vorerst vornahm.

Um eine größere Menge der flüchtigen Base zu gewinnen, wurde auf folgende Art vorgegangen:

Der vom Alkohol durch Destillation befreite Wein wurde mit ausgekochter Natronlauge vorsichtig destillirt, so lange das Destillat noch alkalisch reagirte; dieses wurde mit Schwefelsäure neutralisirt und im Wasserbade zur Trockene verdampft, wobei eine farblose Salzmasse zurückblieb, welche beträchtliche Mengen von schwefelsaurem Ammoniak enthielt; die schwefelsauren Salze wurden mit absolutem Alkohol ausgezogen, wobei das schwefelsaure Ammoniak als unlöslich zurückbleibt. Die alkoholische Lösung wurde verdampft, der Rückstand mit reiner Natronlauge destillirt und das Destillat mit Salzsäure neutralisirt, um die salzsaure Verbindung der Base herzustellen, die Lösung derselben wurde concentrirt, mit Platinchlorid versetzt und unter dem Recipienten der Luftpumpe langsam ver-

dampft, wobei prächtige orangefarbene Oktaëder von dem Platindoppelsalze der Base erhalten wurden.

Die Krystalle wurden von der Mutterlauge sorgfältig getrennt, umkrystallisirt und als Grundlage für die weiteren Untersuchungen verwendet; sie liefern mit Kalihydrat und etwas Wasser in einem Röhrchen zusammengebracht ein farbloses Gas von alcalischer Reaction, welches ferner den eigenthümlichen Geruch des Trimethylamins (Häringsgeruch) besitzt und an der Mündung des Röhrchens entzündet mit leuchtender Flamme brennt.

Die Analyse des Platindoppelsalzes wurde auf die Bestimmung des Platins, Kohlenstoffes, Wasserstoffes und des Stickstoffes ausgedehnt.

Das Platin wurde durch vorsichtiges Glühen als Rückstand erhalten, die Bestimmung des Kohlenstoffes und Wasserstoffes wurde durch Verbrennen mit chromsaurem Blei ausgeführt, wobei in dem vorderen Theile der Verbrennungsröhre ein Propf von metallischem Kupfer vorgelegt war.

Die Bestimmung des Stickstoffes geschah nach der Methode von Varrentrapp-Will in der Form von Platin.

Die Resultate der Analysen sind folgende:

I. 0·1925 Grm. Substanz hinterließen beim Glühen 0·0705 Grm. Platin.
II. 0·1135 „ „ „ 0·0421 Grm. Platin.
III. 0·463 „ „ „ 0·172 „ „
IV. 0·415 „ „ gaben beim Verbrennen mit chromsaurem Blei 0·201 Grm. Kohlensäure 0·1475 Grm. Wasser.
V. 0·3865 „ Substanz gaben bei der Stickstoffbestimmung 0·1399 Grm. Platin.

Diese Daten führen dahin, daß die in dem Weine enthaltene flüchtige Base Trimethylamin ist.

Vergleicht man die theoretischen Werthe des Platindoppelsalzes vom Trimethylamin mit den bei der Analyse erhaltenen, so ergibt sich die folgende Zusammenstellung:

Theorie					Gefunden				
					I.	II.	III.	IV.	V.
C_3	— 36		13·57		—	—	—	13·2	—
H_{10}	— 10		3·77		—	—	—	3·95	—
N	— 14		5·27		—	—	—	—	5·12
Pt	— 98·94	—	37·29		36·62	37·09	37·15	—	—
Cl_3	— 106·38	—	40·10		—	—	—	—	—
	265·32	—	100·10						

Wenngleich die Mengen des Trimethylamins, welche im Weine enthalten, nur geringe sind, so dürfte es doch einen constanten Bestandtheil ausmachen; zu meinen Versuchen verwendete ich drei Weinsorten: die erste unter dem Namen Markersdorfer Wein aus der Handlung des Herrn A. Schneider hier bezogen, eine zweite Sorte aus Klosterneuburg, welche mir Herr Baron v. Babo, Director der dortigen Weinbauschule gütigst besorgte und endlich eine Sorte Ungarwein aus Arad unter dem Namen Magyarater bezogen.

Das Vorkommen des Trimethylamins im Weine dürfte sich wohl vom Gährungsprocesse herleiten lassen, da Alexander Müller [1]) gezeigt hat, daß bei der Fäulniß der Hefe neben anderen Producten auch Trimethylamin auftritt.

Nach den Eingangs erwähnten Versuchen des Herrn Professors Brücke wäre ausser dem fertig gebildeten Trimethylamin im Weine noch der Körper näher zu erforschen, welcher durch Metawolframsäure gefällt wird, und durch Glühen mit Natronkalk eine flüchtige Base gibt; ich behalte mir vor, die Untersuchung des Weines in dieser Richtung fortzusetzen.

Zum Schlusse erlaube ich mir noch, der kais. Akademie der Wissenschaften den besten Dank zu sagen, für die Unterstützung, welche sie mir zur Anschaffung von Versuchsmateriale gewährte.

---

[1]) Journ. für pract. Chemie. Bd. 70, pag. 65—68.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

LVI. BAND.

ZWEITE ABTHEILUNG.

8.

Enthält die Abhandlungen aus dem Gebiete der Mathematik, Physik, Chemie, Physiologie, Meteorologie, physischen Geographie und Astronomie.

XXII. SITZUNG VOM 3. OCTOBER 1867.

Das k. k. Ministerium des Äußern übersendet mit Zuschrift vom 26. August l. J. die, von der in Galatz tagenden europäischen Donau-Commission veröffentlichte Denkschrift über die auf die Schiffbarmachung der Donaumündungen bezüglichen Operate, nebst dem zugehörigen, die bisher in Ausführung gekommenen Regulirungs-Arbeiten ersichtlich machenden Atlase.

Das k. k. Ministerium des Innern übermittelt, mit den Zuschriften vom 30. Juli & 26. September l. J., die Tabellen über die Eisverhältnisse der Donau und der March in den beiden Winterperioden $186^5/_6$ und $186^6/_7$.

Der Secretär legt folgende eingesendete Abhandlungen vor:

„Die Raçen des zahmen Hundes.“ II. Abth., von Herrn Dr. L. Fitzinger.

„Botanische Streifzüge auf dem Gebiete der Culturgeschichte. IX. Der Rosmarin und seine Verwendung in Dalmatien“, vom Herrn Hofrathe & Prof. Dr. F. Unger.

„Chemische Analyse der Schwefelquellen in Spalato“; „Analyse des Flußwassers der Cettinje“ und „Studien über einige Variationen der Zusammensetzung im Meerwasser um Spalato,“ sämmtlich von Herrn Aug. Vierthaler, Prof. der Chemie an der Oberrealschule in Spalato.

„Untersuchungen über die Alkoholgährung“, von Herrn Dr. Joh. Oser, Docenten an der k. k. Wiener Universität.

Eine Replik des Herrn A. J. Koch auf die von G. Schubring verfaßte Kritik seiner in den Sitzungsberichten der Akademie (LI. Bd. II. Abth.) veröffentlichten Abhandlung: „Kritische Bemerkungen über die bisherigen Tonlehren.“

Herr E. W. A. Ludeking, Militärarzt I. Classe im niederländisch-indischen Heere, übersendet ein Exemplar seiner Topographie von Agam nebst mehreren eßbaren Erdsorten von den Molukken.

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Alpen-Verein, österr.: Jahrbuch. 3. Band. Wien, 1867; 8o.

Annalen der Chemie & Pharmacie von Wöhler, Liebig & Kopp. N. R. Band LXVII, Heft 1—3 und V. Supplementband, 1. Heft. Leipzig & Heidelberg, 1867; 8o.

Annales des mines. VIe Série. Tome X, 6e Livraison de 1866. Paris; 8o.

Apótheker-Verein, allgem. österr.: Zeitschrift. 5. Jahrgang, Nr. 15—18. Wien, 1867; 8o.

Astronomische Nachrichten. Nr. 1650—1660. Altona, 1867; 4o.

Bauzeitung, Allgemeine. XXII. Jahrgang. 3., 4., 5. & 6. Heft. Nebst Atlas. Wien, 1867; 4o & Folio.

Bibliothèque Universelle et Revue Suisse: Archives des Sciences physiques et naturelles. N. P. Tome XXIXe, Nr. 114—116. Genève, Lausanne & Neuchatel, 1867; 8o.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LXV, Nr. 3—6, 9—11. Paris, 1867; 4o.

Cosmos. 2e Série. XVIe Année, 6e Volume, 4e—13e Livraisons. Paris, 1867; 8o.

Erlangen, Universität: Akademische Gelegenheitsschriften. 1865—1867; 4o. & 8o.

Gesellschaft, königl. physikalisch-ökonomische, zu Königsberg: Schriften. VI. Jahrgang. 1865. II. Abthlg.; VII. Jahrg. 1866. I. & II. Abthlg. Königsberg; 4o.

Jahrbuch, Neues, für Pharmacie und verwandte Fächer von Vorwerk. Band XXVII, Heft 4; Band XXVIII, Heft 1—2. Speyer, 1867; 8o.

Jahresberichte: Siehe Programme.

Jena, Universität: Akademische Gelegenheitsschriften aus dem Jahre 1867. 4o. & 8o.

Land- und forstwirthschaftl. Zeitung. XVII. Jahrg., Nr. 30—39. Wien, 1867; 4o.

Ludeking, E. W. A., Natuur- en geneeskundige Topographie van Agam (Westkust van Sumatra). s'Gravenhage, 1867; 8o.

Miquel, F. A. Guil., *Annales musei botanici Lugduno-Batavi. Tom. III. Fasc. I—V. Amstelodami & Trajecti ad Rhenum, MDCCCLXVII; Folio.*

Mittheilungen des k. k. Artillerie-Comité. Jahrgang 1867, 4. & 5. Heft. Wien; 8°.

— des k. k. Génie-Comité. Jahrg. 1867, 7. & 8. Heft. Wien; 8°.

— aus J. Perthes' geographischer Anstalt. Jahrg. 1867. Heft VIII & IX nebst Ergänzungsheft Nr. 20. Gotha; 4°.

Moniteur scientifique. 254e—258e Livraisons. Tome IXe, Année 1867. Paris; 4°.

Pest, Universität: Akademische Gelegenheitsschriften aus den Jahren 186$^6/_7$. 4°. & 8°.

Programme und Jahresberichte der Gymnasien zu Agram, Brixen, Capodistria, Czernowitz, Eger, Feldkirch, Hermannstadt, Iglau, Kronstadt, Böhmisch-Leipa, Leutschau, Marburg, Meran, Pilsen, Schäßburg, Spalato, Tabor, Trient; des akademischen Gymnasiums, des Gymnasiums zu den Schotten, der k. k. Theresianischen Akademie und der Piaristen in der Josephstadt zu Wien und des Gymnasiums zu Zengg, dann der Oberrealschulen zu Böhmisch-Leipa, St. Pölten und am Bauernmarkt in Wien. 4°. & 8°.

Reichsforstverein, österr.: Monatsschrift für Forstwesen. XVII. Band. Jahrg. 1867. Juni- & Juli-Heft. Wien; 8°.

Reise der österr. Fregatte Novara um die Erde etc. Zoologischer Theil. II. Band. *Hymenoptera*, bearbeitet von Dr. Henri de Saussure. Wien, 1867; 4°.

Vierteljahresschrift für wissenschaftliche Veterinärkunde. XXVIII. Band, 1. Heft. (Jahrg. 1867. III.) Wien; 8°.

Wiener medizin. Wochenschrift. XVII. Jahrg. Nr. 60—79. Wien, 1867; 4°.

Wochen-Blatt der k. k. steierm. Landwirthschafts-Gesellschaft. XVI. Jahrg. Nr. 16—20. Gratz, 1867; 4°.

Zeitschrift für Chemie, von Beilstein, Fittig und Hübner. X. Jahrg. N. F. III. Band, 13—18. Heft. Leipzig, 1867; 8°.

— des österr. Ingenieur- und Architekten-Vereins. XIX. Jahrg., 6. & 7. Heft. Wien, 1867; 4°.

Chemische Untersuchung von Eisenerzen aus dem Erzberge bei Hüttenberg in Kärnthen.

Von Julius Wolff.

(Vorgelegt in der Sitzung vom 27. Juni 1867.)

Im Westen des Gebirgszuges der Saualpe in Kärnthen liegt das Erzrevier von Hüttenberg und Lölling, berühmt durch seinen Reichthum an ausgezeichneten Eisenerzen und außerdem bekannt durch das Auftreten mehrerer sonst selten vorkommender Mineralien.

Nachrichten über die Erzbaue der genannten Gegend haben wir schon aus früherer Zeit, wie: von Karsten [1]), Senitza [2]); über die genetischen Verhältnisse besitzen wir Angaben von Morlot [3]), Haidinger [4]); über die geognostischen und bergmännischen Verhältnisse die Beschreibung von Minichsdorfer nebst Bemerkungen von Lipold [5]); endlich die umfangreichere Schilderung von F. Seeland [6]).

Der Hüttenberger Erzberg enthält nach den letzteren Angaben ein System von sechs parallel streichenden und fallenden Spatheisenstein-Lagerstätten. Die größte Länge des Streichens beträgt 1300 Klafter, die Mächtigkeit des ganzen Complexes sammt Zwischenmittel 400 Klafter.

Das mittlere Streichen ist S 75° O, das mittlere Einfallen 43° in SW. Die Form der Lagerstätte ist meist eine langgestreckte unförmliche Linse. Diese Eisenspathlinsen liegen im körnigen Kalke, welcher

---

1) Karsten: Metallurgische Reisen, Halle 1821, S. 309.

2) J. Senitza: Tunner's Jahrbuch für d. innerösterr. Berg- und Hüttenmann. 1842, S. 100.

3) A. v. Morlot: in den Erläuterungen zur geol. Übersichtskarte d. nordöstlichen Alpen. (Abgedr. aus d. österr. Blättern für Literatur 1847, S. 53.)

4) W. Haidinger: in dem Jahrbuch d. k. k. geolog. Reichsanstalt 1854, S. 183. V. Jahrg.

5) Fr. Minichsdorfer: Geolog. Vorkommen im Hüttenberger Erzberge in Kärnthen. (Jahrbuch der k. k. geol. Reichsanst. VI. Jahrg. 1855, S. 619.)
Lipold's Bemerkungen. (Ebendaselbst. S. 643.)

6) F. Seeland; Jahrb. d. nat.-hist. Museums in Kärnthen VII. Bd., S. 163, 1865.

zwischen Glimmerschiefer eingelagert erscheint und zuweilen Amphibolschiefer, Eklogit, Turmalingnais von geringer Mächtigkeit zu Nachbarn hat. Die Erzlinsen sind gegen das Hangende und Liegende scharf abgegrenzt, im Hangenden sieht man zwischen Erz und Kalk öfter Höhlungen, bald leer bald mit Sand und Ocker angefüllt. Nach dem Streichen und Verflächen hören die Linsen auf durch Auskeilen, durch Zertrümmerung oder in der Weise, daß sie einen allmäligen Übergang in den körnigen Kalk zeigen, was der Bergmann „Verrohwandung“ nennt, da er unter Rohwand das Gemenge von Erz- und Kalkspath versteht.

In den oberen Teufen ist das Erz meist in Eisenoxyd und dessen Hydrat verwandelt. Man sieht Braunerze mit Eisenspathform oder Structur, dichtes Braunerz, ferner braunen Glaskopf, alle diese mit gelblichbraunem Strich, endlich sogenannte Blauerze mit rothbraunem Strich; letzteres kommt in der Regel nur in den höchsten Horizonten vor. In den Glaskopf-Geoden findet sich häufig noch ein Kern von Eisenspath.

In den Braunerzen treten Pyrolusit und Wad gewöhnlich auf, zuweilen findet sich Arragonit. Häufig ist Quarz und Chalcedon in verschiedenen Abänderungen. Der Chalcedon ist immer ein Product der Umwandlung des Eisenspathes, eben dasselbe gilt vom Baryt, der immer in den obersten Horizonten auftritt. Weniger sicher ist die Abstammung des weissen Glimmers, der sich oft im Braunerze findet. Es ist bisher noch nicht festgestellt, ob derselbe bei der Umwandlung entsteht, wie Bischof [1]) und Volger [2]) annehmen, oder ob es nicht schon im Kalke vorhanden war, nach dessen Verdrängung der Eisenspath und später das Braunerz an die Stelle traten. Der umgebende Kalk enthält häufig Glimmerblättchen. Im Kalke und in dem Eisenspathe sind Krystalle von Pyrit sehr gewöhnlich. Als Seltenheit fand sich an einem Punkte im Margarethen-Bau-Liegendlager: Cölingit, Chloanthit, Wismut, Skorodit, Würfeler, Symplesit [3]).

Bei dem Reichthum an interessanten Umwandlungs-Erscheinungen erschien es nicht unwichtig, die chemische Untersuchung von

---

1) Gust. Bischof: Lehrbuch der chem. und physik. Geologie 1855, 2. Bd., S. 1343.

2) Otto Volger's: Studien zur Entwickelungsgeschichte d. Mineralien. 1854, S. 217.

3) Vergl. Zepharovich über den Löllingit und deren Begleiter. Verh. d. russischen mineralog. Gesellschaft. Ser. II, Bd. 3, pag. 24.



Erzen aus verschiedenen Stadien der Veränderung vorzunehmen. Dieselbe wurde mir von dem Herrn Dr. G. Tschermak übertragen, welcher mir eine Auswahl von dem Material übergab, welches Herr F. Seeland in Lölling an das Hof-Mineraliencabinet eingesendet hatte. Die Erze stammen aus dem Löllinger Revier.

Die Untersuchung wurde im Laboratorium des Herrn Prof. Redtenbacher ausgeführt. Die Methode, welche ich bei der Analyse eingeschlagen, ist folgende:

Die Kieselsäure blieb nach dem Auflösen in Salzsäure und nachherigem Eindampfen als unlöslicher Rückstand.

Das Filtrat wurde — um das Eisenoxyd, Thonerde und Manganoxyd von dem Kalke und Magnesia zu trennen — mit Ammon und Schwefelammonium versetzt. Der — die Schwefelmetalle des Eisens, Mangans und Thonerdehydrat enthaltende — Niederschlag wurde in Salzsäure nochmals aufgelöst, durch anhaltendes Kochen vom Schwefelwasserstoffe befreit und mit höchst reiner Kalilauge im Überschuße versetzt; der entstandene Niederschlag der Oxyden des Eisens und Mangans von der, in Lösung gebliebenen Thonerde getrennt, aus welcher die Thonerde durch längeres Kochen mit Chlorammonium niedergeschlagen wurde. Die Trennung des Eisen- und und Manganoxydes geschah durch bernsteinsauren Ammoniak.

Das Mangan wurde als einfach Schwefelmangan (MnS) nach der Methode von H. Rose bestimmt.

Die Bestimmung des Kalkes und der Magnesia erfolgte aus dem — von den übrigen Körpern befreiten Filtrate als oxalsaurer, resp. kohlensaurer Kalk und phosphorsaure, resp. pyrophosphorsaure Magnesia.

Um die Menge des Eisenoxyduls bestimmen zu können, wurde das fein gepulverte Mineral in einem kleinen Kolben im Kohlensäurestrom aufgelöst und die Menge einmal mit chromsaurem Kali, das zweite Mal mit übermangansaurem Kali maassanalytisch festgestellt.

Die Bestimmung der Kohlensäure geschah in einem, von Fr. Mohr angegebenen Apparate mit der verbesserten Methode von Dr. E. Ludwig — nämlich durch Auspumpen der im Apparate befindlichen Luft, resp. Kohlensäure, bis zum gleichbleibenden Gewichte.

Um die Menge des Wassers zu finden, wurden bekannte Quantitäten des feingeriebenen Minerals in einer Kugelröhre in trockenen

Kohlensäurestrom geglüht; das ausgetriebene Wasser in Chlorcalciumröhren aufgefangen und gewogen.

Es wurden im Ganzen sechs verschiedene Proben analysirt, und zwar: ein vollständiger, frischer Eisenspath; ein Eisenspath mit beginnender Oxydation; ein Braunerz; zwei Blauerze und ein rohwandiges Erz.

1. **Eisenspath** (Weißerz) vom Grosstattich-Liegendlager, Erbstollen. Grobspäthig, rein, selten Pyrit enthaltend:

Eisenoxydul . . .	= 56·11	Kohlens. Eisenoxydul	= 90·39
Manganoxyd . . .	Spur	Kohlens. Manganoxydul	Spur
Kalkerde	= 1·28	Kohlensaurer Kalk .	= 2·28
Magnesia	= 4·35	Kohlens. Magnesia .	= 4·28
Kieselsäure	= 0·50	Magnesia	= 2·31
Kohlensäure . . .	= 37·52	Kieselsäure . . .	= 0·50
Wasser	= 0·43	Wasser	= 0·43
	100·19		100·19

Dieses Erz enthält demnach 90·4 Pct. kohlensaures Eisenoxydul oder 43·6 Pct. gediegenen Eisens und zeigt keine Spur von Oxydation, da die Gewichtsbestimmung des Eisenoxydes und die maßanalytische Bestimmung des Eisenoxyduls dasselbe ergeben.

Baryterde wurde gesucht, doch keine Spur gefunden.

2. **Eisenspath** (Weißerz) mit beginnender Verwitterung, am Grosstottich, Erbstollen. Grobspäthig, stellenweise gebräunt, da es von den Spaltungsklüften aus theilweise in Braunerz verwandelt ist:

Eisenoxydul . . .	= 47·62	Kohlens. Eisenoxydul	= 76·72
Eisenoxyd	= 6·51	Eisenoxydhydrat [1] .	= 7·60
Manganoxyd . . .	= 5·02	Manganoxydhydrat [2]	= 5·56
Kalkerde	= 0·79	Kohlensaurer Kalk .	= 1·41
Magnesia	= 3·05	Kohlensaure Magnesia	= 5·86
Kieselsäure	= 0·48	Magnesia	= 0·26
Kohlensäure . . .	= 32·79	Kieselsäure	= 0·48
Wasser	= 2·47	Wasser	= 0·84
	98·73		98·73

[1] Von der Zusammensetzung des Brauneisenerzes: 2 (F_2O_3) 3 (HO).

[2] Von der Zusammensetzung des Manganit: $Mn_2O_3 + HO$.

In diesem Erze ist also 1/6 der Carbonate in Hydrat verwandelt. Baryterde wurde gesucht, doch war keine Spur nachzuweisen.

3. Sogenanntes **Blauerz** mit vollständig erhaltener Eisenspathstructur, vom Grosstattich-Hollerstollen. Schwärzlich braun, grobspäthig:

Eisenoxyd	= 73·68	Eisenoxydhydrat . .	= 60·40
Manganoxyd . . .	= 4·22	Eisenoxyd	= 21·75
Thonerde	= 4·52	Thonerdehydrat [1]) .	= 6·88
Kalkerde	= 2·33	Manganoxyd . . .	= 4·22
Magnesia	= 2·61	Kohlensaurer Kalk .	= 3·66
Kieselsäure	= 0·29	Kalkerde	= 0·28
Kohlensäure . . .	= 1·61	Magnesia . . .	= 2·61
Wasser	= 10·83	Kieselsäure	= 0·29
	100·09		100·09

Hier ist vor allem der nicht unbedeutende Gehalt an wasserfreiem Eisenoxyd, ferner das Auftreten von Thonerdehydrat hervorzuheben. Die Bildung von Rotheisenerz folgt offenbar sehr bald auf die Hydratbildung. Das Thonerdehydrat ist bisher in solchen Erzen nicht gefunden worden, der eisenreiche Bauxit ist eine ganz andere Bildung.

Die freie Magnesia oder Kalkerde, welche die Berechnung ergibt, mögen in den Manganerzen enthalten sein, die ja sonst auch zuweilen Baryterde und Kalkerde enthalten.

4. Sogenanntes **Blauerz** vom Ackerbau-Hangenderbstollen, dicht oder mit wenigen späthigen Stellen. Auf den Klüften erscheint Glimmer:

Eisenoxyd	= 80·06	Eisenoxydhydrat . .	= 69·05
Manganoxyd . . .	= 7·35	Eisenoxyd	= 20·98
Kalkerde	= 1·11	Manganoxyd . . .	= 7·35
Magnesia	= 0·52	Kalkerde	= 1·11
Wasser	= 9·97	Magnesia	= 0·52
	99·01		99·01

Abgesehen von der Thonerde, die hier nicht auftritt, sind hier dieselben Verhältnisse wie bei dem vorigen Erze.

---

[1]) Von der Zusammensetzung des Hydrargillites: $Al_2 O_3 + 3 HO$.

5. Sogenanntes **Braunerz** vom Grosstattich-Erbstollen. Porös, sowohl erdiges als faseriges Braunerz nebst etwas Wad und Glimmer enthaltend:

Eisenoxyd	= 81·86	Eisenoxydhydrat . .	= 35·39
Manganoxyd . . .	= 9·71	Eisenoxyd	= 51·58
Kalkerde	= 0·39	Manganoxyd . . .	= 9·71
Magnesia	= 0·63	Kalkerde	= 0·39
Kiesels. und Gangart	= 1·53	Magnesia	= 0·63
Wasser	= 5·11	Kiesels. und Gangart	= 1·53
	99·23		99·23

In diesem Erze ist die Menge des wasserfreien Eisenoxydes größer als in den Blauerzen drei und vier. Die Menge des Hydrates nimmt ab; in diesem Stadium sind demnach $^1/_3$ des Eisenspathes in Brauneisenerz und $^2/_3$ in Rotheisenerz verwandelt.

6. Sogenanntes **Rohwand** vom Ackerbau-Hangendlager. Erdig, abfärbend, mit zahlreichen Glimmerschuppen die darin lagerförmig vertheilt sind:

Eisenoxyd	= 34·45	Eisenoxydhydrat . .	= 28·18
Manganoxyd . . .	= 2·23	Eisenoxyd . . .	= 10 34
Thonerde	= 5·10	Thonerdehydrat . .	= 7·77
Kalkerde	= 22·45	Manganoxyd . . .	= 2·23
Magnesia . . .	= 2 37	Kohlensaurer Kalk .	= 40·08
Kiesels. und Gangart	= 7·45	Kohlens. Magnesia .	= 1·94
Kohlensäure . . .	= 18·60	Magnesia	= 1·40
Wasser	= 6·74	Kiesels. und Gangart	= 7·45
	99·39		99·39

Hier ist wieder der Gehalt an Thonerdehydrat hervorzuheben. Das Ganze erscheint als ein Gemenge von 42 Pct. Carbonat mit manganhaltigem Braun- und Rotheisenerze, Thonerdehydrat und Glimmer.

Die vorstehenden Analysen geben ein Bild der successiven Veränderung des Eisenspathes durch Oxydation bei Gegenwart von Wasser. Obgleich nun gewiß nur das Wasser es ist, welches den absorbirten Sauerstoff zuführt, so bilden sich doch nicht blos die Hydrate des Eisens und Mangans um als solche fortzubestehen, sondern sie verwandeln sich allmälig — obgleich von Wasser umgeben — in die wasserleere Oxyde, welcher Vorgang wie bekannt, durch Pseudomorphosen erwiesen ist. — Das Mangan, welches in manchen

Erzen wie Nr. 1 nur in sehr geringen Mengen vorkömmt, steigt bis zu 10 Pct. Oxyd in Nr. 5.

Der Gehalt an, durch Säuren abscheidbarer Kieselsäure, welche in allen Erzen in kleinen Mengen und auch schon in dem Eisenspath auftritt, erklärt die Möglichkeit der Bildung von Chalcedon und Quarz bei der Oxydation.

Da bei dem letzteren Vorgange auch Baryt gebildet wird, so wurde in dem Eisenspathe nach Baryt gesucht, doch keine Reaction, selbst mit dem Spectralapparate erhalten; daher zu vermuthen, daß Baryt entweder nur stellenweise vorkömmt oder gleichförmig in unmerklich geringer Menge verbreitet ist.

Der Glimmer, welchen die unter fünf und sechs angeführten Erze führen, ist in dem unlöslichen Rückstande enthalten. Der Rückstand von fünf bestand, abgesehen von der durch Eindampfen unlöslich gemachten Kieselsäure, nur aus Blättchen von Kaliglimmer; während in dem Rückstande von sechs außer dem Kaliglimmer auch Pyritkryställchen und wenig Körnchen von dunkelbrauner Zinkblende durch die Prüfung mittelst Mikroskop und Löthrohr nachgewiesen wurden.

Zum Schlusse erlaube ich mir noch, Herrn Dr. Tschermak, welcher diese Arbeit angeregt hat, meinen besten Dank zu sagen.

Construction des Durchschnittes einer Geraden mit den Kegelschnittslinien.

Von **Emil Koutny,**
Docent am k. k. technischen Institute in Brünn.

(Mit 1 Tafel.)

(Vorgelegt in der Sitzung vom 27. Juni 1867.)

1.

Die Durchschnittspunkte einer Geraden mit einer Kegelschnittslinie können, wenn die Curve durch irgend welche Stücke bestimmt ist, auf verschiedene Weise gefunden werden, ohne daß es nothwendig wäre, diese Curve vorerst zu verzeichnen.

Ich will im Nachfolgenden versuchen, eine Reihe von Lösungen dieses Problems zu entwickeln und den Beweis für die Richtigkeit der gegebenen Construction rein geometrisch durchzuführen, indem ich die betreffende Kegelschnittslinie als Projection eines Kreises betrachte und die Gerade auf letzteren beziehe. Die Ellipsen und Hyperbeln seien stets durch ein conjugirtes Axenpaar, die Parabeln hingegen durch eine Sehne und die derselben conjugirte Axe fixirt angenommen.

Der Vollständigkeit wegen sei auch der Durchschnitt einer Geraden mit einer Ellipse besprochen, wiewohl die betreffende Construction von jener, wo die Ellipse durch die senkrechten Axen gegeben ist, wenig abweicht.

Die Ellipse [1]).

2.

Ist *O*, Fig. 1, der Mittelpunkt und *AB*, *CD* ein conjugirtes Axenpaar der Ellipse, *L* die Gerade, deren Durchschnittspunkte mit der Ellipse gesucht werden sollen, und man beschreibt über der einen Axe *AB* als Durchmesser einen Kreis *K*, so kann die Ellipse als die schiefe Projection des Kreises betrachtet werden. Berücksichtigt man, daß beide Curven die Gerade *AB* gemeinschaftlich

1) Nachfolgende Construction wurde bereits in meiner im 12. Bde. von Dr. O. Schlömilch's Zeitschrift für Mathematik und Physik veröffentlichten Abhandlung angewendet.

haben, und daß zweien auf einander senkrechten Durchmessern des Kreises ein conjugirtes Axenpaar der Ellipse entspricht, so folgt, daß *CO* nichts anders als die Projection des auf *AB* senkrechten Halbmessers *Oc*, mithin *C* die Projection von *c* und *cC* die Richtung der projecirenden Linien ist.

Um nun jene Gerade *l* in der Kreisebene zu finden, welche *L* zur Projection hat, wird zu beachten sein, daß der Punkt *a*, in welchem *L* den gemeinschaftlichen Durchmesser *AB* schneidet, beiden Geraden zukommen muß, wodurch nur noch ein zweiter Punkt für die Gerade *l* erforderlich wird. Hiefür ist es am einfachsten, den Durchschnittspunkt ε der Geraden *L* und *CD* zu benützen; denn sein correspondirender Punkt *e* in der Kreisebene muß sowohl in der Geraden *cO* als auch in der projecirenden Geraden $\varepsilon e \| Cc$ liegen, sich also im Durchschnitte beider ergeben.

Die Verbindungslinie *l* der Punkte *a* und *e* schneidet den Kreis *K* in den Punkten 1 und 2, deren Projectionen I und II die zu suchenden Durchschnitte bilden. Diese werden sonach einfach durch die beiden zu *Cc* parallel geführten Linien 1I, 2II erhalten. Zieht man 1*f* und 2*g* parallel zu *ce*, und die durch die Fußpunkte *f* und *g* dieser Perpendikel gehenden Geraden *f*I, *g*II parallel zu *CD*, so gehen die letzteren gleichfalls durch die Punkte I und II; denn, nachdem parallele Gerade auch parallele Projectionen haben, so sind *g*II und *f*I die Projectionen von *g*2 und *f*1 und müssen dem zu Folge die Projectionen von 1 und 2 in sich enthalten.

Die Tangenten in diesen Punkten werden einfach gefunden, wenn man die Tangenten des Kreises in den Punkten 1 und 2 verzeichnet und die Durchschnittspunkte *t* und *t'* derselben mit *AB*, mit den zugehörigen Punkten I und II verbindet.

Bemerkung. Fallen die Punkte *a* und *e* sehr nahe aneinander, so daß deren Verbindungslinie *l* nicht mit der nöthigen Schärfe gezogen werden kann, so ist es zweckmäßig, einen entfernter liegenden Punkt *b* dieser Geraden derart zu bestimmen, daß man durch irgend einen Punkt β der Geraden *L* eine zu *CD* Parallele βB und eine zu *Cc* Parallele βb, sowie im Durchschnitte *B* der ersteren mit *AB* die auf *AB* Senkrechte *Bb* zieht; *Bb* und βb schneiden sich in dem gewünschten Punkte. Würde *a* außer die Zeichnungsfläche fallen, so müßte ein zweiter Punkt der Geraden *l* in gleicher Weise wie jener *b* bestimmt und mit *b* verbunden werden.

Die Parabel.

3.

Die Parabel sei durch eine Axe oC, Fig. 2, und die beiden Punkte A und B, deren Verbindungslinie AB zur Tangente EF im Endpunkte C der Axe parallel ist, gegeben; L sei die Gerade.

Da die Parabel sich nicht als schiefe Projection eines Kreises darstellen läßt, so muß, um die Gerade L in ähnlicher Weise wie bei der Ellipse auf einen Kreis beziehen zu können, die Parabel als centrale Projection dieser Kreislinie betrachtet werden. Wir denken uns sonach die gegebene Parabel und den über dem Durchmesser AB beschriebenen Kreis K in der Oberfläche eines Kegels liegend, und den Kreis K um die den beiden Curven gemeinschaftliche Sehne AB in die Ebene der Parabel gedreht. Nimmt man die Kegelspitze als Projectionscentrum (Auge), die Papierfläche als Projectionsebene (Bildfläche) und die Kreisebene senkrecht zur Projectionsebene an, so wird es sich vorerst darum handeln, die Lage dieses Centrums in Bezug auf die Projectionsebene nach den Gesetzen der Centralprojection zu fixiren.

Verlängert man oC, macht $CA_1 = oC$ und verbindet A_1 mit A und B, so erhält man bekanntlich die Tangenten der Parabel in den Punkten A und B. Diese Tangenten sind jedoch die Perspectiven der Tangenten Ae in den Punkten A und B des Kreises, welche zu einander parallel sind und auf der Bildebene senkrecht stehen, woraus folgt, daß A_1 die Projection des Auges auf der Bildebene, d. i. den Augpunkt bildet. Da der Kreismittelpunkt o in der Bildfläche liegt, so ist die Augdistanz A_1O_1 dem Radius oB dieses Kreises gleich. Die Distanztrace der Kreisebene, d. i. die Durchschnittslinie dieser Ebene mit einer durch das Auge geführten, zur Bildfläche parallelen Ebene, muß daher, nach der Umlegung um AB, nach E_d (parallel zu AB und tangentiell an den Kreis) zu liegen kommen, während die Fluchtlinie E_v derselben durch A_1 parallel zu AB geht.

Die der Projection L entsprechende Gerade l der Kreisebene ist nun leicht zu finden; denn der Punkt d, in welchen L die Trace AB schneidet, gehört beiden Geraden an, und die Richtung der Linie l ist durch den der Geraden L zugehörigen Parallelstrahl bekannt. Letzterer verbindet bekanntlich den Punkt O_1 mit dem Fluchtpunkte der Geraden L, d. i. mit dem Durchschnittspunkte von L und E_v.

Da jedoch dieser in dem angenommenen Beispiele außer die Zeichnungsfläche fällt, so wurde zum Behufe der Bestimmung dieser Richtung die Länge αA_1 in β, $A_1 O_1$ in $\frac{O_1}{2}$ halbirt, $\beta \frac{v}{2} || L$ gezogen und $\frac{v}{2}$ mit $\frac{O_1}{2}$ vereint. Die Gerade l, durch d parallel zu $\frac{v}{2} \frac{O_1}{2}$ geführt, schneidet den Kreis in den Punkten 1 und 2, deren Centralprojectionen I und II die zu suchenden Durchschnittspunkte bilden[1]).

Um diese Punkte zu übertragen kann verschiedenartig vorgegangen werden;

1. Man verbinde 1 und 2 mit O_1 und ziehe diese Linien bis zum Durchschnitte mit der Geraden L.

2. Werden $1f$ und $2g$ senkrecht auf AB errichtet und f und g mit A_1 verbunden, so gehen diese Linien gleichfalls durch die Punkte I und II, weil fA_1 und gA_1 die Projectionen der Perpendikel $1f$, $2g$ sind.

3. Verbindet man 1 mit dem in E_a gelegenen Endpunkte d' des auf E_b senkrechten Durchmessers cd' und zieht durch a die zu Co Parallele aI, so muß diese durch den Punkt I gehen, weil allen Geraden, die sich im Raume im Punkte d' schneiden, zu oC parallele Projectionen entsprechen, u. dgl. m.

Die Tangenten der Parabel in den Punkten I und II ergeben sich gleichfalls auf mehrfache Weise, und zwar:

1. Indem man die Tangenten $1t$, $2t'$ des Kreises K in den Punkten 1 und 2 verzeichnet und die in E_b liegenden Punkte t und t' derselben mit I und II verbindet.

2. Wenn man die zu AB parallele halbe Sehne Ip halbirt, einen solchen Theil von C auf EF nach Cw überträgt, und w mit I vereint.

3. Indem man Cp nach Cq überträgt und q mit I verbindet, etc.

4.

Soll der Scheitel der Parabel gefunden werden, so berücksichtige man, daß die Tangente MR in diesem Punkte eine auf Co senkrechte Stellung hat. Würde man durch A_1 eine auf $A_1 o$ Senkrechte

---

[1]) Anstatt der Richtung $\frac{v}{2} \frac{O_1}{2}$ kann auch behufs der Bestimmung der Geraden l ein zweiter Punkt h derselben in der Weise gesucht werden, daß man O_1 mit H, d. i. mit dem Durchschnittspunkte von L und AA_1 verbindet und bis zum Durchschnitte h mit der auf AB Senkrechten Ae zieht, oder $A_1 O = A_1 O_1$ macht, O mit H verbindet und $A\gamma$ nach Ah überträgt.

bis zum Durchschnitte mit E_b führen und in diesem Punkte eine Senkrechte auf E_b errichten, so erhielte man im Durchschnitte des letzteren Perpendikels mit E_d einen Punkt, welcher die Eigenschaft besitzt, daß die Perspectiven aller durch denselben im Raume gehenden Geraden geometrisch parallel zu MR sind; es würde daher die Perspective der durch diesen Punkt an den Kreis K geführten Tangente, die Tangente der Parabel im Scheitel bilden. Da hier jedoch der Durchschnittspunkt der durch A_1 zu $A_1 o$ senkrechten Geraden mit E_b nicht benützbar ist, so muß zur Bestimmung des besagten Punktes, oder besser zur Bestimmung der Verbindungslinie or desselben mit o eine Hilfsconstruction in Anwendung gebracht werden. Wir wählen nämlich einen beliebigen Punkt ρ der Geraden $A_1 C$ derart, daß die durch denselben auf Co errichtete Senkrechte $\rho \frac{v}{2}$ der Geraden E_r noch innerhalb der Zeichnungsfläche, z. B. in $\frac{v}{2}$ begegnet, ziehen durch ρ eine Parallele $\rho\delta$ zur Verbindungslinie der Punkte B und A_1, übertragen δA_1 nach $A_1\varphi$ und verbinden φ mit $\frac{v}{2}$, wo dann $\frac{v}{2}\varphi$ parallel zu or wird.

Die Richtigkeit dieser Construction läßt sich einfach nachweisen. Es seien in Fig. 3 die gleichliegenden Stücke und Punkte mit denselben Buchstaben wie in Fig. 2 bezeichnet, also $A_1 R \perp A_1 o$, $Rr \perp AB$, $\rho \frac{v}{2} \perp A_1 o$, $\rho\delta \| BA_1$, $A_1\varphi = A_1\delta$ und or die zu suchende Linie.

Aus dem rechtwinkeligen Dreiecke Ror folgt

$$\operatorname{tg}. Ror = \frac{Rr}{Ro},$$

ferner aus den ähnlichen Dreiecken oA_1R und $\rho \frac{v}{2} A_1$

$$oR : A_1 o = A_1 \frac{v}{2} : A_1 \rho,$$

$$A_1 \frac{v}{2} = \frac{A_1\rho \,.\, oR}{A_1 o},$$

endlich aus den ähnlichen Dreiecken oBA_1, $\rho\delta A_1$

$$oA_1 : oB = A_1\rho : A_1\delta,$$

$$A_1\delta = \frac{oB \,.\, A_1\rho}{oA_1};$$

oder weil $oB = od' = Rr$, und $A_1\delta = A_1\varphi$,

$$A_1\varphi = \frac{A_1\rho \,.\, Rr}{A_1 o}.$$

Es ist mithin

$$\mathrm{tg}\,.\,A_1\frac{v}{2}\varphi = \frac{A_1\varphi}{A_1\frac{v}{2}} = \frac{A_1\rho \,.\, Rr \,.\, A_1 o}{A_1 o \,.\, A_1\rho \,.\, Ro} = \frac{Rr}{Ro} = \mathrm{tg}\,.\,Ror,$$

also

$$\sphericalangle A_1\frac{v}{2}\varphi = \sphericalangle Ror,$$

was zu beweisen war.

Da nun die eine aus dem Punkte r an den Kreis K zu führende Tangente E_d sammt dem Berührungspunkte d' bereits bekannt ist, so wird die zweite Tangente en, Fig. 2, einfach erhalten, wenn man durch d' eine auf or Senkrechte $d'n$ errichtet und in dem Durchschnittspunkte n derselben mit dem Kreise an letzteren die Tangente verzeichnet. Sucht man schließlich die Perspective des Punktes n nach irgend einer der früher angegebenen Methoden, so liefert diese den verlangten Scheitel S. Hieraus erhellt, daß die Axe Ss der Parabel durch den Punkt s, in welchem die vorgezogene Gerade $sd'n$ die Trace E_b trifft, gehen muß.

Will man die Tangente im Scheitel, ohne diesen zu benützen, fixiren, so hat man blos einen Punkt der Tangente ne, z. B. e, in M perspectivisch zu bestimmen und die fragliche Tangente durch M senkrecht auf Co zu ziehen.

5.

Ist der über EF befindliche Raum der Zeichnungsfläche beschränkt, so daß E_v nicht mehr auf die Zeichnungsfläche fällt, so denke man sich E_v in die Tangente EF derart versetzt, daß A_1 mit C zusammenfällt.

In Fig. 4 sind dieselben Bezeichnungen wie in Fig. 2 beibehalten. C ist der verschobene Augepunkt. Indem $o\beta = C\alpha$ gemacht, $CO_1 \perp EF$ in $\frac{O_1}{2}$ und $C\beta$ in γ halbirt und $\gamma\omega \| L$ gezogen wird, erhält man in $\omega\frac{O_1}{2}$ die Richtung der Geraden l, welch' letztere somit durch d zu $\omega\frac{O_1}{2}$ parallel lauft und den Kreis in 1 und 2 trifft[1]). Die Perspec-

[1]) In ähnlicher Weise kann jeder beliebige aliquote Theil der Längen CO_1 und $C\beta$ angewendet werden, was insbesondere dann zu berücksichtigen wäre, wenn auch ω außer die Zeichnungsgrenzen fiele.

tiven fI, gII der aus 1 und 2 auf AB errichteten Senkrechten gehen durch f und g auf den Augepunkt A_1 zu, welcher jedoch von o doppelt so weit als der Punkt C von o absteht, weßhalb man diese Perspectiven auch erhält, wenn man $Cm = \frac{1}{2}of$, $Cn = \frac{1}{2}og$ macht und die Punkte m und n beziehungsweise mit f und g verbindet. Ebenso schneidet $1d'$ die Trace E_b in a, und es muß die durch a zu oC Parallele aI den Punkt I enthalten. Durch diese Verschiebung erhält man sonach den Raum oberhalb der Parabel von Constructionslinien frei.

In ähnlicher Weise hätte man auch die Fluchtlinie E_v in die Gerade AB versetzen können, wo dann A_1 mit o und O_1 mit d' zusammengefallen wäre.

6.

Zweite Lösungsweise. Im Vorhergehenden wurde die Parabel als Projection des Kreises K angesehen; man kann jedoch die Lösung auch einfach durchführen, wenn man die Parabel als gegeben annimmt und den Gesichtspunkt derart sucht, daß sich diese Curve als ein Kreis K auf der Zeichnungsfläche projecirt.

Die Parabel sei wieder durch die beiden Punkte A und B, Fig. 5, und durch den Endpunkt C der zu AB conjugirten Axe oC gegeben. L sei die Gerade, deren Durchschnitt mit der Parabel zu suchen ist. Soll der über dem Durchmesser AB beschriebene Kreis K die Perspective der in Rede stehenden Parabel bilden, so muß bekanntlich die Fluchtlinie E_v der Parabelebene (parallel zur Bildflächtrace $E_b\,AB$) den Kreis K berühren, und es muß dem Punkte C der Parabel der Endpunkt c des auf AB senkrechten Durchmessers cov als Perspective zukommen, weil beide Curven in den benannten Punkten zur Bildflächtrace parallele Tangenten besitzen.

Die durch v zu Co Parallele vO wird offenbar der in die Bildfläche umgelegte, dem Punkte v zukommende Sehstrahl sein, daher auch das umgelegte Auge O in sich enthalten. Um letzteres zu erhalten, hat man nur noch c mit C zu verbinden und diese Gerade mit vO zum Durchschnitt zu bringen, oder $c\frac{\gamma}{2} = \frac{1}{2}oc$, $v\frac{O}{2} = v\frac{O_1}{2}$ und $vO = 2 . v\frac{O}{2}$ zu machen, wenn mit der ganzen Länge oC nicht bequem gearbeitet werden könnte.

Aus der Ähnlichkeit der Dreiecke cCo und cOv folgt

$$vO : vc = Co : co$$

und, weil $vc = 2 . co$,

$$vO = 2 . oC.$$

Weiters ist die Perspective l der Geraden L anzugeben. Für diese ist der Punkt d, welchen sie mit L und E_b gemeinschaftlich hat, bereits bekannt, daher blos noch ein zweiter Punkt derselben zu suchen nothwendig. Dieser ergibt sich im Durchschnitte einer durch O zu L parallelen Geraden mit der Fluchtlinie E_r. In dem gewählten Beispiele fällt jedoch besagter Durchschnittspunkt außer die Zeichnungsgrenze. Wiewohl es keinen Schwierigkeiten unterliegt, die Gerade l gegen den unzugänglichen Durchschnittspunkt der beiden Geraden zu ziehen, ist es doch hier zweckmäßiger derart vorzugehen, daß man durch $\frac{O}{2}$ die zu L Parallele $\frac{O}{2}\,\frac{v_1}{2}$ zieht und den in E_r liegenden Punkt $\frac{v_1}{2}$ dieser Geraden mit dem Halbirungspunkte $\frac{d}{2}$ der Länge vd vereint. Die Gerade l geht sodann durch d parallel zu $\frac{v_1}{2}\,\frac{d}{2}$ und schneidet den Kreis in 1 und 2, welche Punkte in die Parabel zurückversetzt nach I und II gelangen und sich auf vielfache Weise bestimmen lassen. So z. B.

1. Schneiden die Verbindungslinien $v1$, $v2$ der beiden Punkte 1 und 2 mit v die Trace E_b in δ und Δ, durch welche Punkte die diesen Verbindungslinien entsprechenden Geraden δII, ΔI im Raume parallel zu Co gehen und die Gerade L in den gesuchten Punkten treffen.

2. Die Verbindungslinien der Punkte 1 und 2 mit O enthalten gleichfalls die fraglichen Punkte I, II; etc.

Die Tangenten der Parabel werden sowie in den vorhergehenden Fällen erhalten. Es schneidet die Tangente $1b$ des Kreises die Trace E_b in b und liefert daselbst einen zweiten Punkt der Tangente Ib der Parabel.

Aus der Tangente $2av_2$ des Kreises kann auch zugleich die Richtung der Tangente TII bestimmt werden, wenn man v_2 mit O verbindet. Die Tangente TII wäre sodann blos durch a parallel zu v_2O zu ziehen und würde, derart bestimmt, da sie auch den Punkt II enthalten muß, eine Controle für die Richtigkeit und Genauigkeit der durchgeführten Constructionen liefern. Auch ist bekannt, daß $C2' = \frac{1}{2}$IIp, oder $Cq = C1'$ ist, aus welch' sämmtlichen Verfahrungsarten in jedem besonderen Falle die geeigneteste zu wählen und anzuwenden sein wird.

Die Hyperbel.

7.

Die Hyperbel sei, wie dies gewöhnlich der Fall ist, durch einen Durchmesser CD, Fig. 6, und durch die Asymptoten ad'', bc bestimmt; L sei die gegebene Gerade.

Denkt man sich wieder die Hyperbel durch den Schnitt eines Kegels von kreisförmiger Leitlinie mit einer Ebene entstanden, oder diese Curve als Centralprojection eines Kreises, so wird vor Allem nothwendig, die Lage des Kreises durch die Bestimmungsstücke seiner Ebene und durch den in die Bildfläche gedrehten Mittelpunkt desselben zu fixiren. Zu diesem Behufe ist es am zweckmäßigsten, sich vorerst einen Punkt h der Hyperbel zu bestimmen, allenfalls in der Weise, daß man durch D eine beliebige Gerade $eDhf$, welche die Asymptoten in e und f schneidet, zieht und De nach fh überträgt. Durch h ziehe man alsdann die zu AB (d. i. die zu CD conjugirte, imaginäre Axe der Hyperbel) parallele Bildflächtrace E_b der Kreisebene, verlängere CD bis zum Durchschnitte ω mit E_b und betrachte ω als den Mittelpunkt des Kreises K, welcher, um E_b in die Bildfläche gedreht, aus ω mit dem Radius $\omega h = \omega k$ zu beschreiben ist.

Die weiteren Bestimmungsstücke ergeben sich nun äußerst einfach; denn es sind offenbar C und D die Perspectiven der Endpunkte des auf E_b senkrechten Kreisdurchmessers cd. Die Verbindungslinien der Punkte h und k mit D werden sich sonach in einem Punkte O_1 schneiden, durch welchen die Fluchtlinie E_v der Kreisebene zu E_b parallel lauft, CD im Augpunkte A_1 schneidet und in A_1O_1 die Augdistanz liefert. Das um E_v in die Bildfläche gedrehte Auge gelangt daher nach O, ($A_1O \perp E_v$ und gleich A_1O_1). Die Distanztrace E^d ist nun in einem Abstande $\omega\omega' = A_1O$ von E_b zu ziehen; dieselbe schneidet den Kreis K in den Punkten m und n, deren Tangenten μmr, νn den Asymptoten entsprechen, folglich sich mit diesen in den Punkten μ und ν der Bildflächtrace schneiden müssen.

Die Gerade L trifft E_b in d, E_v in v. Die zugehörige, in der Kreisebene gelegene Gerade l wird sonach durch d parallel zu Ov zu ziehen sein, wo dann sie den Kreis zumeist schneidet, wie hier in den Punkten 1 und 2, deren Perspectiven die fraglichen Durchstoßpunkte der Geraden L mit der Hyperbel bilden. Dieses Zurückführen

der Punkte 1 und 2 kann wieder verschiedenartig vorgenommen werden; z. B.

1. Werden die Perspectiven $\alpha A_1 I$, $II A_1$ der aus 1 und 2 auf E_b gefällten Perpendikel, welch' erstere die Fußpunkte dieser Perpendikel mit A_1 vereinen, die Gerade L in den gewünschten Punkten I und II schneiden.

2. Wird $\alpha 1$ nach $\alpha\beta$ übertragen und β mit dem in E_v gelegenen Distanzpunkte (und zwar, wenn 1 unterhalb E_b liegt, mit dem auf derselben Seite von A_1 liegenden Distanzpunkte O_1', $A_1 O_1' = A_1 O_1$, und umgekehrt) verbunden, so geht diese Gerade gleichfalls durch I.

3. Wird in 1 die Tangente an den Kreis K bis zu den Durchschnitten r und t_1 mit μm und E_d gezogen, in r und t_1 Perpendikel $r\rho$, $t_1 t_1'$ auf E_b errichtet und ρ und t_1' mit A_1 verbunden, so schneidet ρA_1 die Asymptote bc in t, durch welchen Punkt die zu $t_1' A_1$ Parallele tT die Gerade L in I schneidet und zugleich die Tangente in diesem Punkte der Hyperbel liefert; denn ρA_1 ist die Perspective des Perpendikels $r\rho$ und die Asymptote bc jene der Linie μm, folglich t die Perspective von r. Ebenso ist $t_1' A$ die Perspective des Perpendikels ttt_1', welches sich mit der Tangente rt_1 in einem Punkte t_1 der Distanztrace schneidet. Da nun bekannt ist, daß die Perspectiven aller Geraden, die sich in einem Punkte der Distanztrace schneiden, zu einander geometrisch parallel sind, so muß auch die Perspective Tt der Tangente rt_1 parallel zu jener $A_1 t_1'$ des Perpendikels $t_1 t_1'$ gezogen werden.

4. Der Punkt 2 mit m oder n verbunden und diese Gerade bis zum Durchschnitte $2'$ mit E_b verlängert, liefert einen Punkt $2'$, durch welchen die zur Asymptote bc (resp. ad'') Parallele $2'II$ gezogen, die Gerade L in dem verlangten Punkte II geschnitten wird. Denn $m\mu$ und $m2$ sind zwei sich in einem Punkte m der Distanztrace E_d schneidende Gerade, haben somit parallele Perspectiven bc und $2'II$.

5. Zieht man $p2 \| E_b$, macht $\omega q = \omega p$, führt qO_1' bis zum Durchschnitte π mit CD und $\pi II \| E_b$, so geht letztere Gerade gleichfalls durch II. Die Richtigkeit dieses Verfahrens erhellt aus dem Umstande, daß π die Perspective von p, also auch πII jene der Geraden $p2$ ist.

Um die Tangenten in den Durchschnittspunkten zu bestimmen, hat man wieder blos die Tangenten in den Punkten 1 und 2 des Kreises zu verzeichnen, dieselben bis zum Durchschnitte mit E_b zu ziehen und diese Punkte mit den zugehörigen Punkten I und II zu

verbinden. Andere Methoden wurden auch bereits im Vorhergehenden gegeben.

8.

Andere Lösungsweise. Dieselbe Aufgabe kann auch in der Weise gelöst werden, daß man die Hyperbel in einer Ebene, die ähnlich wie jene der Parabel (6.) vorerst bestimmt werden müßte, derart liegend annimmt, daß deren Perspective ein Kreis wird, und weiter so wie bei der zweiten Methode der Bestimmung des Durchschnittes einer Geraden mit einer Parabel (6) vorgeht. Die diesbezüglichen Constructionen sollen hier weiter nicht durchgeführt werden.

9.

Will man den Durchschnitt einer Geraden mit einer Hyperbel durch Construction der sich für die Coordinaten der Durchschnittspunkte ergebenden Ausdrücke bestimmen, so ist es am zweckmäßigsten, das Coordinatensystem durch die beiden Asymptoten XOX, YOY, Fig. 7, zu legen. Die Coordinaten des Endpunktes B des gegebenen Durchmessers AB seien $OP=p$, $BP=q$. Die Gerade L schneidet die Axen in C und D, wobei $CO=a$, $DO=b$ gesetzt werde.

Es sind sodann

$$xy = pq$$

$$\frac{x}{a} + \frac{y}{b} = 1$$

die Gleichungen der Hyperbel und der Geraden L. Aus beiden resultirt die Gleichung

$$y^2 - by + \frac{bpq}{a} = 0 \quad \ldots\ldots\ldots \quad (1)$$

Die Länge $\frac{bq}{a} = m$ ergibt sich einfach als vierte geometrische Proportionale der Größen a, q und b, indem man OQ nach Oq überträgt, durch q die Gerade $qM \| L$ führt und $Om = OM$ macht.

Wird nun PM in o, OD in d halbirt, in o und d die Perpendikel $o\omega$, $d\omega$ auf die Coordinatenaxen errichtet und aus dem Durchschnittspunkte ω beider ein Kreis vom Halbmesser ωP beschrieben, so schneidet derselbe die Y-Axe in den Punkten 1 und 2, durch welche die zu OX Parallelen 1I, 2II gezogen, die Gerade L in den gewünschten Punkten I und II schneiden. Daß $O1 = y_1$ und $O2 = y_2$

die beiden Wurzeln der Gleichung 1 vorstellen, läßt sich einfach darthun; denn aus der bekannten Eigenschaft des Kreises folgt

$$01 . 02 = OP . Om$$

$$y_1 \cdot y_2 = p . OM = \frac{bpq}{a},$$

ferner

$$d1 = d2,$$
$$1O = 2D$$

folglich

$$y_1 + y_2 = O2 + D2 = Od = b,$$

die Coëfficienten der beiden letzteren Glieder der Gleichung.

Schneidet die Gerade L die beiden Äste der Hyperbel, wie z. B. L' (welche Gerade hier so gewählt wurde, daß ihr Durchschnittspunkt mit der X-Axe eine der Länge OC gleiche Entfernung vom Ursprunge besitzt, während der Punkt D beiden Geraden gemeinschaftlich ist), so müßte in Gl. (1) p negativ gesetzt werden. Man hätte sodann blos OM nach entgegengesetzter Seite, d. i. nach Om' zu übertragen, $m'P$ in o' zu halbiren, $o'\omega' \perp OX$ bis zum Durchschnitte ω' mit $d\omega\omega'$ zu errichten und aus ω' mit dem Radius $\omega'P$ einen Kreis zu beschreiben, welcher die Y-Axe in zwei Punkten 1′ und 2′ schneidet. Die durch diese Punkte zu XX Parallelen schneiden L in den fraglichen Punkten I′ und II′.

Daß man, um die Tangente Tt im Durchschnittspunkte I zu erhalten, blos $Ot = 2 . Ot$ zu machen und t mit I zu verbinden hat, ist bekannt.

10.

Soll der Scheitel der Hyperbel gefunden werden, so hat man ihren Durchschnitt mit der den Winkel XOY halbirenden Geraden, deren Gleichung $x=y$ ist, zu suchen, wodann für die Coordinaten des Scheitels die Werthe

$$x = y = \pm \sqrt{pq}$$

resultiren. Man hat daher die mittlere geometrische Proportionale zu BP und BQ zu bestimmen und diese Länge als x und y des verlangten Punktes aufzutragen.

Bemerkung 1. Sollte in irgend einem der behandelten Fälle die auf den Kreis bezogene Gerade l oder in Fig. 7 die Y-Axe den

Fig

α

ngs

Kreis blos berühren oder gar nicht schneiden, so wäre auch die gegebene Gerade L im ersteren Falle eine Tangente der Curve und hätte im letzteren Falle keinen Punkt mit der Curve gemein.

Bemerkung 2. Die vorhergehenden, aus der Kreisprojection abgeleiteten Constructionsmethoden lassen, wie gezeigt wurde, eine vielseitige Anwendung zu, und haben außerdem den Vortheil, daß, indem sie sich auf die einfachsten Sätze der Projectionslehre fußen und aus diesen in logischer Aufeinanderfolge sich entwickeln, sie weit leichter im Gedächtnisse behalten werden, als dies bei jenen Constructionsarten der Fall ist, die durch grafische Darstellung eines mathematischen Ausdruckes erhalten und bei der Anwendung nach irgend einem Schema der Reihe nach mechanisch durchgeführt werden.

Über den Einfluß des den Schall fortpflanzenden Mittels auf die Schwingungen eines tönenden Körpers.

Von Dr. Karl Friesach.

(Vorgelegt in der Sitzung vom 6. Juni 1867.)

Wird ein Trinkglas durch Anschlagen oder Streichen in Transversalschwingungen versetzt, so gibt es einen um so tieferen Ton, je mehr es Wasser enthält, und die Abnahme der Tonhöhe schreitet stetig fort, indem man allmälig Wasser zugießt. Diese Erscheinung, welche nur in dem Widerstande, den das Wasser der Bewegung der Glastheilchen entgegensetzt, ihren Grund haben kann, veranlaßte mich, über die Art, wie eine tropfbare Flüssigkeit auf die Schwingungen eines in derselben tönenden Körpers modificirend einwirkt, Betrachtungen anzustellen. Ehe ich zu Versuchen schritt, bemühte ich mich, den Einfluß des Flüssigkeitswiderstandes auf die Schwingungen gespannter Saiten theoretisch zu bestimmen, wobei ich auf folgende Art verfuhr:

Bekanntlich hat man die Gesetze der Saitenschwingungen, ohne Rücksicht auf den Widerstand des schallfortpflanzenden Mittels, aus der partiellen Differentialgleichung

$$\mu \frac{d^2y}{dt^2} = S \frac{d^2y}{dx^2} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (1)$$

abgeleitet, wo x den Abstand eines beliebigen Punktes der Saite von einem ihrer beiden Auflagpunkte, y den Abstand des nämlichen Punktes von seiner Gleichgewichtslage für die Zeit t, μ die Masse eines Saitenstückes von der Länge 1, und S die Spannung der Saite bezeichnet.

Das allgemeine Integral dieser Differentialgleichung ist:

$$y = \sum_1^\infty \left\{ A_n \sin \frac{n\pi x}{l} \cos \frac{n\pi t}{l} \sqrt{\frac{S}{\mu}} + B_n \sin \frac{n\pi x}{l} \sin \frac{n\pi t}{l} \sqrt{\frac{S}{\mu}} \right\}, \quad (2)$$

wo l die Seitenlänge, n eine beliebige ganze Zahl, A_n und B_n willkürliche Constanten bezeichnen, und das Summenzeichen sich auf die Größe n bezieht.

Für die Schwingungsdauer folgt hieraus der allgemeine Werth

$$T = \frac{2l}{n}\sqrt{\frac{\mu}{S}}.$$

Der Umstand, daß die auf diesem Wege erhaltenen Resultate mit den Erscheinungen, welche man an in der Luft schwingenden Saiten beobachtet hat, gut übereinstimmen, ließ mich vermuthen, daß der Luftwiderstand so gering sein müsse, daß er auf die Schwingungen tönender Saiten keinen merklichen Einfluß auszuüben vermag, daß dagegen der Widerstand einer tropfbaren Flüssigkeit, der an dem erwähnten Versuche mit dem Glase sich so auffallend äußert, bei der Ableitung der Schwingungsgesetze keineswegs unberücksichtigt bleiben dürfe.

Von der Annahme ausgehend, daß dieser Widerstand der Länge und der Geschwindigkeit der Saitenelemente direct proportional sei, erhält man die Differentialgleichung

$$(3) \quad \ldots\ldots \quad \mu\frac{d^2y}{dt^2} + m\frac{dy}{dt} = S\frac{d^2y}{dx^2},$$

wo m einen von der materiellen Beschaffenheit der Flüssigkeit abhängigen constanten Faktor bedeutet.

Zu dem allgemeinen Integrale dieser Differentialgleichung kann man auf folgende Art gelangen:

Vergleicht man die partikulären Integrale der Gleichung (1) mit denjenigen der Gleichung

$$(4) \quad \ldots\ldots\ldots \quad \mu\frac{d^2y}{dt^2} = -ky,$$

welche bekanntlich der Bewegung eines einzelnen Punktes von der Masse μ entspricht, welcher von einer dem Abstande von seiner Ruhelage proportionalen Kraft ky afficirt wird, so zeigt es sich, daß diese Integrale, der Form nach, sich nur durch einen im Integrale der Gleichung (4) fehlenden variablen Faktor unterscheiden; denn die Formen dieser Integrale sind, wofern a, b, A constante Größen bezeichnen,

für die Gleichung (1): $A \sin ax \, {\cos \atop \sin} \, bt$

„ „ „ (4): $A \, {\cos \atop \sin} \, bt$

Hieraus darf man schließen, daß zwischen den Integralen der Gleichung (3) und denjenigen der nur auf einen einzigen schwingenden Punkt Bezug habenden analogen Gleichung

$$\mu \frac{d^2y}{dt^2} + m \frac{dy}{dt} = -ky \; . \; . \; . \; . \; . \; . \qquad (5)$$

eine ähnliche Übereinstimmung der Form bestehen werde.

Das allgemeine Integral letzterer Differentialgleichung ist aber

$$y = e^{-\frac{mt}{2\mu}} \left(A \cos \frac{t}{2\mu} \sqrt{4\mu^2 k - m^2} + B \sin \frac{t}{2\mu} \sqrt{4\mu^2 k - m^2} \right).$$

Setzt man nun versuchsweise $y = e^{ct} \sin ax . \cos bt$, und substituirt man diesen Werth anstatt y in (3), so ergeben sich zur Bestimmung der vorderhand unbestimmt gelassenen Constanten a, b, c, die Gleichungen

$$2\mu c + m = 0 \text{ und } \mu(c^2 - b^2) + mc + a^2 S = 0,$$

woraus man $c = -\frac{m}{2\mu}$ und $b = \frac{\sqrt{4\mu a^2 S - m^2}}{2\mu}$ erhält.

Die Bedingung, daß, für $x = o$ und $x = l$, y stets $= 0$ sei. was auch immer der Werth von t sein mag, wird erfüllt, indem man $a = \frac{n\pi}{l}$ setzt, wo n irgend eine ganze Zahl bedeuten kann. Dadurch wird

$$b = \frac{\sqrt{4\mu n^2 \pi^2 S - m^2 l^2}}{2\mu l}.$$

Dieselben Werthe ergeben sich, wenn man $y = e^{ct} \sin ax . \sin bt$ setzt. Als allgemeines Integral der Differentialgleichung (3) erhält man daher:

$$y = e^{-\frac{mt}{2\mu}} \sum_1^\infty \left[\sin \frac{n\pi x}{l} \left(A_n \cos \frac{t}{2\mu l} \sqrt{4\mu n^2 \pi^2 S - m^2 l^2} \right.\right.$$
$$\left.\left. + B_n \sin \frac{t}{2\mu l} \sqrt{4\mu n^2 \pi^2 S - m^2 l^2} \right) \right] \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \qquad (6)$$

Die verschiedenen möglichen Werthe der Schwingungsdauer sind hier sämmtlich unter dem Ausdrucke $\frac{4\mu\pi l}{\sqrt{4\mu n^2 \pi^2 S - m^2 l^2}}$ begriffen.

Die einfachste Schwingungsweise wird offenbar durch die Gleichung

$$y = B_1 e^{-\frac{mt}{2\mu}} . \sin \frac{\pi x}{l} \sin \frac{t}{2\mu l} \sqrt{4\mu\pi^2 S - m^2 l^2}$$

ausgedrückt. Es ist dies derjenige Fall, wo die Saite in ihrer ganzen Länge derart schwingt, daß alle Punkte derselben sich gleichzeitig in der nämlichen Phase befinden. Dann gibt die Saite den tiefsten Ton, dessen sie fähig ist, ohne jede Beimischung von Obertönen. Die Schwingungsdauer ist hier:

$$T = \frac{4\mu\pi l}{\sqrt{4\mu\pi^2 S - m^2 l^2}}$$

und die Schwingungsanzahl per Secunde:

$$N = \frac{\sqrt{4\mu\pi^2 S - m^2 l^2}}{4\mu\pi l}.$$

Man ersieht hieraus, daß, bei einem nicht verschwindenden Widerstande von der angenommenen Art, die Tonhöhe nicht genau in demselben Verhältnisse wächst, wie die Seitenlänge abnimmt, sondern rascher. Gäbe z. B. die Saite bei einer gewissen Länge den Ton c, so würde sie, bei unveränderter Spannung auf die Hälfte ihrer vorigen Länge reducirt, nun nicht $\bar{c}$, sondern einen höheren Ton geben.

In der Luft schwingende Saiten zeigen bekanntlich eine ziemlich rasche Abnahme der Amplituden, was wohl zum Theile dem Luftwiderstande zuzuschreiben ist. Wenn hier demungeachtet, für das Verhältniß der Tonhöhen zu den Saitenlängen, die nämlichen Gesetze gelten, welche die Analysis für Saitenschwingungen im leeren Raume aufstellt, meinte ich dies daraus erklären zu können, daß der Luftwiderstand vielleicht so unbedeutend ist, daß, für tönende Saiten, $m^2 l^2$ gegen $4\mu\pi^2 S$ als verschwindend klein erscheint, was nicht hindert, daß der Factor $e^{-\frac{mt}{2\mu}}$, bei dem fortwährenden Wachsen von t, doch seinen Einfluß in dem Kleinerwerden der Elongationen und dem endlichen Ausklingen der Saiten geltend machen kann. Ich glaubte darum, daß man der Wahrheit sehr nahe kommen würde, wenn man für Saitenschwingungen in einem gasförmigen Mittel die Formel:

$$y = e^{-\frac{mt}{2\mu}} \cdot \sum_1^\infty \left[\sin\frac{n\pi x}{l}\left(A_n \cos\frac{n\pi t}{l}\sqrt{\frac{S}{\mu}} + B_n \sin\frac{n\pi t}{l}\sqrt{\frac{S}{\mu}}\right)\right]$$

aufstellte.

Bezüglich der Anordnung der Schwingungsknoten folgt aus (6) das Nämliche, was sich dafür aus (2) ergibt, weil die Stellen, wo

sich Schwingungsknoten bilden können, allein von dem beiden Integralen gemeinschaftlichen Factor $\sin \frac{n\pi x}{l}$ abhängen. Die Saite kann sich also auch unter dem Einflusse eines Widerstandes der vorausgesetzten Art in gleiche, von Schwingungsknoten begrenzte Abschnitte abtheilen. Nur werden in solchen Fällen Töne entstehen, deren Schwingungsverhältniß zum tiefsten Tone nicht den ganzen Zahlen 2, 3, 4 etc. entspricht, wie es bei Saitenschwingungen in der Luft der Fall ist, sondern das Schwingungsverhältniß wird im Allgemeinen ein irrationales sein. Die Saite wird daher im Allgemeinen nur unharmonische Flageolet- und Obertöne haben.

Um diese theoretischen Ergebnisse experimentell nachzuweisen, versenkte ich eine Zither in Wasser und suchte deren Saiten durch Zupfen zum Tönen zu bringen. Nun trat aber der Übelstand ein, daß die Saiten in Wasser fast augenblicklich zur Ruhe gelangten und die Töne von so außerordentlich kurzer Dauer waren, daß ich die Tonhöhe nicht deutlich zu erkennen vermochte. Diesen Übelstand zu beseitigen, rieth mir Prof. Mach, die Saiten mit einem Geigenbogen zu streichen und gleichzeitig einen mit dem Instrumente in Berührung befindlichen Glas- oder Metallstab zwischen den Zähnen zu halten. Allein die Anwendung des Bogens erwies sich vollkommen genügend; denn die gestrichenen Saiten erklangen unter Wasser fast so vernehmlich wie in der Luft. Es zeigte sich nun, daß sämmtliche Saiten im Wasser tiefer klangen, daß aber, wofern nur Saiten von einerlei Materiale angewendet wurden, der Grad der Tonvertiefung constant blieb, so daß die Tonintervalle durch Eintauchen der Saiten in Wasser keine Änderung erlitten. Ich benützte bei diesem Versuche drei Violin-Darmsaiten von verschiedener Dicke — eine $\bar{d}$-, eine $\bar{a}$- und eine $\bar{e}$-Saite — welche ich zuerst nach reinen Quinten, dann nach anderen harmonischen Intervallen stimmte. An den im Wasser erzeugten Tönen vermochte ich keine Trübung dieser Consonanzen zu bemerken. Durch Niederdrücken der Saiten an verschiedenen Stellen des Griffbrettes überzeugte ich mich ferner, daß das Verhältniß zwischen Schwingungsdauer und Saitenlänge genau dasselbe war, wie in der Luft. Die constante Vertiefung betrug bei Darmsaiten sehr nahe eine falsche Quinte, so daß z. B. der Ton $\bar{f}$ im Wasser in h überging. Die Versuche mit Stahlsaiten ergaben ein ähnliches Resultat, nur mit dem Unterschiede, daß hier die Ver-

tiefung weit weniger, etwa einen großen halben Ton, betrug. Für die mit Metalldraht umsponnene *g*-Saite war die Vertiefung eine kleine Terz.

Aus diesen Versuchen erhellt, daß es nicht gestattet ist, den Widerstand einer tropfbaren Flüssigkeit in seiner Einwirkung auf Saitenschwingungen, wie ich fälschlich vorausgesetzt hatte, als eine Function der Geschwindigkeit der schwingenden Saitenelemente zu betrachten, daß derselbe, rücksichtlich der Tonhöhe, vielmehr gerade so wirkt, als hätte die Masse oder Dichte der Saite eine Vermehrung erfahren. Es kann wohl kaum ein Zweifel darüber herrschen, daß der numerische Werth der Vertiefung, welche der Ton einer Saite im Wasser erleidet, allein von deren Dichte abhängt. Es handelt sich nun darum, Näheres über diese Abhängigkeit zu erfahren.

Es sei N die der Zeiteinheit entsprechende Schwingungsanzahl, falls die Saite in der Luft tönt, so hat man

$$N = \frac{1}{2l}\sqrt{\frac{S}{\mu}}.$$

Ist ferner n die Schwingungsanzahl im Wasser und σ die durch das Wasser scheinbar bewirkte Zunahme der Größe μ, so ist

$$n = \frac{1}{2l}\sqrt{\frac{S}{\mu+\sigma}},$$

folglich der Grad der Vertiefung:

$$\frac{N}{n} = \sqrt{1+\frac{\sigma}{\mu}},$$

wo für μ und σ auch die Dichte der Saite und deren scheinbarer Zuwachs gesetzt werden können.

Die einfachste Hypothese, welche sich über die Größe σ aufstellen läßt, ist wohl, anzunehmen, daß dieselbe allein von der materiellen Beschaffenheit der tropfbaren Flüssigkeit abhänge, also für alle in derselben tönenden Saiten, was auch deren Material sein mag, gleichen Werth habe. Unter dieser Voraussetzung, erhält man für eine zweite, aus anderem Materiale bestehende Saite,

$$\frac{N'}{n'} = \sqrt{1+\frac{\sigma}{\mu'}}$$

folglich:

$$\frac{\left(\frac{N}{n}\right)^2 - 1}{\left(\frac{N'}{n'}\right)^2 - 1} = \frac{\mu'}{\mu}.$$

Um diese Hypothese roh zu prüfen, stimmte ich eine Stahl- und eine Darmseite genau auf den Ton $\bar{a}$ eines nach der gleichschwebenden Temperatur gut gestimmten Claviers. Im Wasser gab die Darmsaite genau den Ton $\overline{dis}$ des Klaviers; die Vertiefung betrug sonach sehr nahe $\sqrt{2}$. Die Stahlsaite klang etwas tiefer als das $\overline{gis}$ des Claviers. Ich nahm dafür das Intervall $\frac{16}{15}$ an. Mit diesen Werthen findet man:

$$\frac{\left(\frac{N}{n}\right)^2 - 1}{\left(\frac{N'}{n'}\right)^2 - 1} = 7\cdot3,$$

eine Zahl, welche dem zwischen Stahl- und Darmsaiten bestehenden Dichtigkeitsverhältnisse ziemlich nahe kömmt. Sollte sich diese Annahme als begründet erweisen, so könnte; nachdem die Größe σ genau bestimmt worden, die Gleichung

$$\mu\left[\left(\frac{N}{n}\right)^2 - 1\right] = \sigma \qquad (7)$$

zur Bestimmung der Dichte fadenförmiger Körper dienen.

Haben $\bar{N}$, $\bar{n}$, $\bar{\sigma}$ die analogen Bedeutungen für eine andere Flüssigkeit, so ist

$$\frac{\left(\frac{N}{n}\right)^2 - 1}{\left(\frac{\bar{N}}{\bar{n}}\right)^2 - 1} = \frac{\sigma}{\bar{\sigma}},$$

woraus sich wahrscheinlich das Verhältniß der Dichten der beiden Flüssigkeiten wird bestimmen lassen.

Wenn ich in der Gl. (7) für μ die Dichte einer Stahl- oder Darmsaite [1]), die Dichte des Wassers $= 1$ angenommen, und für $\frac{N}{n}$ das entsprechende Intervall der Vertiefung, wie es sich aus dem Versuche ergab, setzte, so erhielt ich für σ wenig von 1 verschiedene Werthe.

---

1) Die Dichte einer Darmsaite ist nahe $= 1\cdot03$.

Feinere Versuche werden vielleicht darthun, daß für Wasser, σ wirklich = 1 ist, daß also das Wasser die Dichte einer in demselben tönenden Saite scheinbar um einen Betrag vermehrt, welcher seiner eigenen Dichte gleich kömmt. Dies würde zu der Erwartung berechtigen, daß auch für andere Flüssigkeiten das nämliche Gesetz Geltung habe. Es mag übrigens auch sein, daß σ nicht nur von der Dichte, sondern auch von dem Flüssigkeitsgrade abhängt.

Selbstverständlich kann ich das so eben Gesagte nur als Vermuthungen hinstellen; denn meine Versuche wurden nicht mit der erforderlichen Feinheit angestellt, um sehr genaue Daten zu liefern. Ich erlaube mir darum den Wunsch auszusprechen, daß ein geschickterer Experimentator diesen Gegenstand weiter verfolgen möge. Die größte Schwierigkeit bei diesen Versuchen liegt begreiflicherweise in dem richtigen Erfassen der Tonhöhen.

Versuche mit Platten ergaben ähnliche Resultate. Ich stellte zahlreiche Glasglocken in Gruppen zu drei und vier zusammen, welche consonante Accorde bildeten. In den meisten Fällen erfuhr die Consonanz dieser Accorde, durch Eintauchen ins Wasser, keine Veränderung, obgleich das Intervall der Tonvertiefung nun mehr als eine Octave betrug, so daß ich die einzelnen Abweichungen von dieser Regel einer materiellen Verschiedenheit der Gläser zuschreiben möchte. Bei der variablen Dichte des Glases darf dies nicht überraschen. Sehr constant erwiesen sich dagegen die Tonvertiefungen bei Goldplatten.

In einen Schraubstock eingespannte Holzstäbe, die ich durch Streichen des freien Endes in Schwingungen versetzte, zeigten dasselbe Verhalten. Eine Änderung der Länge des vibrirenden Theiles übte keinen Einfluß auf das Tieferwerden des Tones aus. Bei Versuchen mit Holz tritt übrigens der Umstand hindernd auf, daß das Wasser allmälig in das Holz eindringt, wodurch während des Versuches die Dichte so wie die Elasticität des Holzes modificirt werden kann. Besser dürften diese Versuche mit gefirnißten Stäben gelingen.

Wahrscheinlich wird sich aus den Versuchen mit Platten und Stäben eine zwischen der Tonvertiefung und der Dichte des tönenden Körpers und der Flüssigkeit bestehende Relation auffinden lassen. Für Saiten scheint die Tonvertiefung eine andere zu sein als für Platten aus demselben Stoffe.

Mit Sicherheit scheint aus diesen Betrachtungen hervorzugehen, daß die Tonvertiefung, welche ein tönender Körper durch Eintauchen in eine tropfbare Flüssigkeit erfährt, von dessen Tonhöhe völlig unabhängig ist.

Zum Schlusse gebe ich eine Übersicht der bei meinen Versuchen erhaltenen mittleren Werthe der Tonvertiefung. Als Ton in der Luft ist dabei überall $\overline{\overline{c}}$ vorausgesetzt:

Tönen der Körper	Ton im Wasser
G-Saite der Violine	$\overline{\overline{a}}$
Violin-Darmsaiten	$\overline{\overline{fis}}$
Stahlsaiten	$\overline{\overline{h}}$
Silberplatten	$\overline{\overline{g}}$
Goldplatten	$\overline{\overline{b}}$
Glasglocken	$\overline{h}$
Stäbe aus Eichen- oder Buchenholz	$\overline{fis}$

Über die Bestimmung der Constanten des Polarplanimeters.

Von **Anton Schell,**
Professor der Geodäsie und descriptiven Geometrie am baltischen Polytechnicum in Riga.

(Vorgelegt in der Sitzung am 11. Juli 1867.)

Die Theorie des Polarplanimeters liefert, je nachdem der Pol desselben außerhalb oder innerhalb der zu umfahrenden Figur liegt, bekanntlich zwei von einander verschiedene Ausdrücke. Bezeichnet c in Fig. 1 die Entfernung des Poles P vom Gelenke C, sind ferner a und k die Abstände desselben Punktes C von dem Fahrstifte S und der Rolle R, sowie λ der beim Umfahren der Figur an der Rolle abgewälzte Bogen, so daß der Ausdruck für die Fläche im ersten Falle:

$$F = a\lambda \qquad (1)$$

und im zweiten

$$\begin{aligned} F &= \pi\,(a^2 + c^2 + 2\,ak) \pm a\lambda \\ &= C_0 \pm a\lambda \end{aligned} \qquad (2)$$

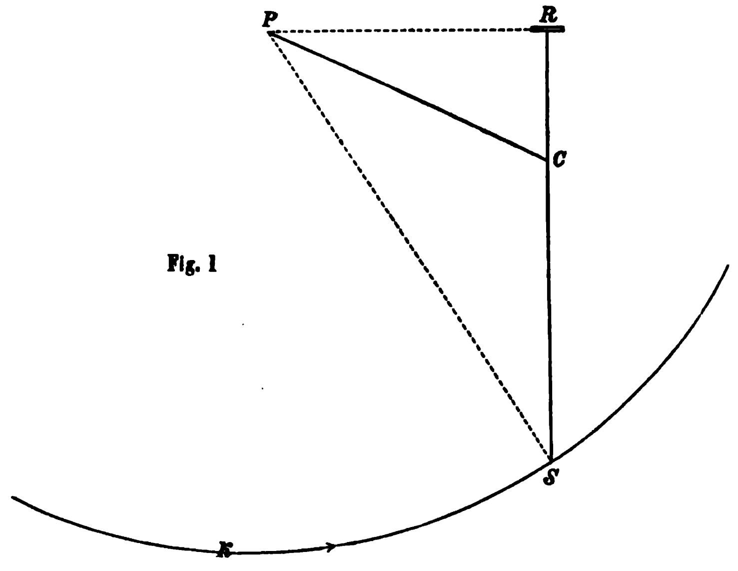


Fig. 1

wo das obere oder untere Zeichen von dem Apparate selbst berücksichtigt wird, sobald die Figur im entsprechenden Sinne umfahren wird.

Der Werth von C hängt, wie Gl. (2) zeigt, nur von den Dimensionen des Apparates ab, ist daher für einen und denselben Apparat eine constante Größe.

Zur Ermittlung dieser Constanten können mehrere Wege eingeschlagen werden.

Ein sehr einfaches, schnell zum Ziele führendes, aber auch minder genaues Verfahren läßt sich unmittelbar aus der geometrischen Bedeutung der Constanten ableiten.

Gibt man nämlich dem Apparate eine solche Stellung, daß die Ebene der Rolle durch den Pol des Instrumentes geht, und umfährt man bei dieser Lage des Apparates die Contour eines Kreises, dessen Halbmesser $PS = \rho$ ist, und dessen Mittelpunkt mit P zusammenfällt, so kann in diesem Falle kein Abwälzen der Rolle eintreten, da die Ebene derselben stets senkrecht bleibt auf jenen Weg, den der Berührungspunkt der Rolle beim Umfahren jenes Kreises beschreibt.

Setzt man demnach in Gl. (2) $\lambda = 0$, so ist

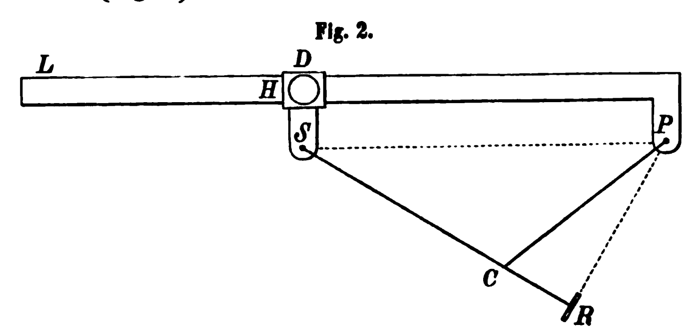
$$F = \pi (a^2 + c^2 + 2ak) = C, \qquad (3)$$

d. h. die Constante C des Instrumentes entspricht dem Flächeninhalte eines Kreises vom Halbmesser

$$\rho_0 = \sqrt{a^2 + c^2 + 2ak} \qquad (4)$$

Zur Bestimmung von ρ_0 kann man sich eines messingenen Lineales L (Fig. 2) bedienen, welches an dem einen Ende recht-

Fig. 2.



winkelig umgebogen, und mit einem feinen Loche P versehen ist, ein zweites Löchelchen S befindet sich in der ebenfalls rechtwinkelig

auf L stehenden Verlängerung der Hülse H, welche sich sanft längs des Lineals verschieben, und durch die Druckschraube D in jeder beliebigen Lage feststellen lässt. Wird der Pol des Instrumentes nach P, der Fahrstift nach S gebracht, und die Hülse mit dem letzteren so lange von P entfernt, bis kein Abwälzen der Rolle beim Drehen des Instrumentes um P erfolgt, so repräsentirt die Entfernung beider Löcher den Halbmesser ρ_0 jenes Kreises, dessen Flächeninhalt der Constanten C entspricht.

Mehrfache Versuche, welche ich mit dem der geodätischen Sammlung des hiesigen Polytechnicums gehörigen Polarplanimeter angestellt habe, ergaben als wahrscheinlichsten Werth

$$\rho_0 = 8 \cdot 38 \text{ Wiener Zolle,}$$

und für den mittleren Fehler desselben

$$\Delta\rho_0 = 0 \cdot 01 \text{ Wiener Zoll.}$$

Bezeichnet ΔC den durch $\Delta\rho$ in der Bestimmung der Constanten verursachten Fehler, so ist allgemein

$$\Delta C = 2\pi\rho_0 \Delta\rho_0 \qquad (5)$$

und für den vorliegenden Fall

$$\Delta C = 0 \cdot 5268 \text{ Quadratzoll.}$$

Der Fehler in der Bestimmung von ρ könnte möglicher Weise verringert werden, wenn die Hülse in Fig. 2 nicht mit freier Hand, sondern durch eine Mikrometerschraube in Bewegung gesetzt werden würde, allein die Versuche haben gezeigt, daß bei dieser Bestimmungsweise von ρ_0 kein Abwälzen der Rolle mehr stattfinden kann, bevor noch die Ebene derselben durch den Pol des Instrumentes geht, wenn die Unterlage, worauf die Rolle wälzt, eine etwas größere Reibung darbietet, weil in diesem Falle die in der Richtung der Rollenebene und die Abwälzung bewirkende sehr kleine Componente unwirksam gemacht werden kann.

Es ist bei obigem Versuche ganz gleichgiltig, ob der Pol des Instrumentes auf der einen oder der andern Seite des Armes SR zu liegen kommt, wenn die Ebene der Rolle auf SC senkrecht steht, oder, was dasselbe ist, die Axe der Rolle mit SC parallel läuft. Ist diese Bedingung nicht vorhanden, so erhält man für beide Lagen

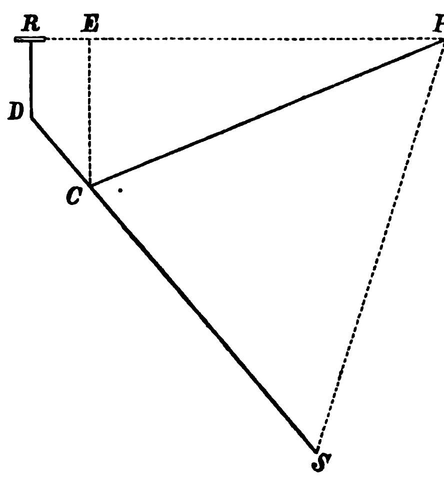
des Poles in Bezug auf SC zwei von einander verschiedene Werthe von ρ, welche von dem wahren Werthe desto mehr abweichen, je größer die Neigung der Rollenaxe gegen SC ist.

Es sei in Fig. 3

$$CS = a,\quad DS = a',\quad DR = b,\quad PC = c,\quad PS = \rho,$$
$$> DCE = \alpha,\quad > ECP = \beta.$$

und der Winkel, welchen die Axe DR der Rolle, mit SC einschließt, d. i. $RDS = \psi$.

Fig. 3.



Aus dem Dreiecke PCS ergibt sich

$$\rho_1^2 = a^2 + c^2 + 2ac \cos(\alpha + \beta),$$

da $\alpha = 180 - \psi$, so ist auch

$$\rho_1^2 = a^2 + c^2 - 2ac \cos(\psi - \beta),$$
$$= a^2 + c^2 - 2ac \cos\psi \cos\beta - 2ac \sin\psi \sin\beta.$$

Aus dem Dreiecke CEP so wie aus dem Vierecke $CDRE$ ergeben sich folgende Relationen:

$$CE = c \cos\beta \quad \text{und}$$
$$CE = b + (a' - a) \cos\alpha$$

mithin

$$c \cos\beta = b + (a' - a) \cos\alpha = b - (a' - a) \cos\psi$$

und hieraus

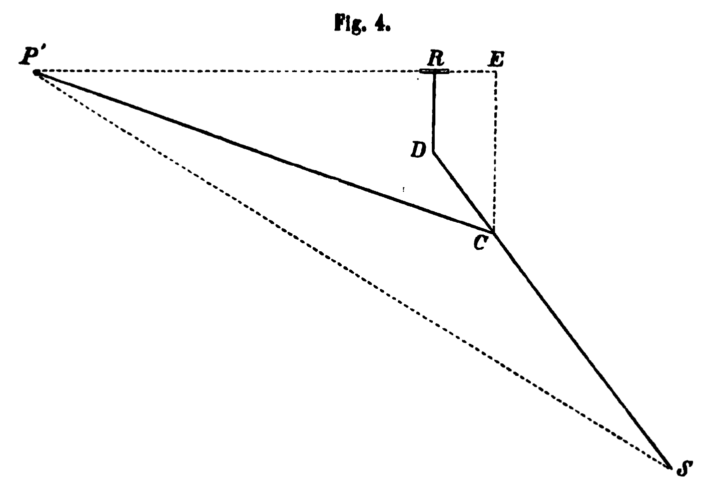
$$c \sin\beta = + \sqrt{c^2 - \{b - (a' - a) \cos\psi\}^2}$$

Diese beiden Ausdrücke in obige Gleichung substituirt, geben:

$$\rho_1^2 = a^2 + c^2 - 2ab \cos\psi + 2a\,(a' - a)\cos\psi^2$$
$$- 2a \sin\psi \sqrt{c^2 - \{b - (a' - a)\cos\psi\}^2}.$$

Wird der Arm *PC* durchgeschlagen, der Pol des Instrumentes abermals in die verlängerte Rollenebene nach *P'* gebracht (Fig. 4)

Fig. 4.



so findet auch in diesem Falle kein Abwälzen der Rolle statt. Ist $P'S = \rho_2$, so findet man, da blos der Winkel β sein Zeichen ändert:

$$\rho_2^2 = a^2 + c^2 - 2ab \cos\psi + 2a\,(a' - a)\cos\psi^2$$
$$+ 2a \sin\psi \sqrt{c^2 - \{b - a' - a)\cos\psi\}^2}.$$

In allen Fällen wird der Winkel ψ nur wenig von 180° verschieden sein, man kann also setzen

$$\psi = 180° - \Delta\psi,$$

wo $\Delta\psi$ einen kleinen Winkel bezeichnet, für dessen Cosinus wir die Einheit und für dessen Sinus wir den Bogen nehmen wollen.

Unter dieser Voraussetzung gehen obige zwei Gleichungen, wenn wir noch der Kürze halber

$$b + (a' - a) = K$$

setzen, in folgende über

$$\rho_1^2 = a^2 + c^2 + 2ak - 2a\sqrt{c^2 - k^2}\,.\,\Delta\psi$$
$$\rho_2^2 = a^2 + c^2 + 2ak + 2a\sqrt{c^2 - k^2}\,.\,\Delta\psi,$$

oder mit Berücksichtigung von Gl. (4)

$$\left.\begin{aligned} \rho_1^2 &= \rho_0^2 - 2a\sqrt{c^2-k^2}\,.\,\Delta\psi \\ \rho_2^2 &= \rho_0^2 + 2a\sqrt{c^2-k^2}\,.\,\Delta\psi \end{aligned}\right\} \qquad (6)$$

durch Addition beider Gleichungen folgt

$$\rho_0^2 = \tfrac{1}{2}(\rho_1^2 + \rho_2^2) \qquad (7)$$

Je nachdem nun ρ_1 oder ρ_2 der Bestimmung der Constanten zu Grunde gelegt wird, erhält man

$$\left.\begin{aligned} C_1 &= \pi\rho_0^2 - 2a\pi\sqrt{c^2-k^2}\,.\,\Delta\psi \\ \text{oder} \qquad C_2 &= \pi\rho_0^2 + 2a\pi\sqrt{c^2-k^2}\,.\,\Delta\psi \end{aligned}\right\} \qquad (8)$$

Die Gleichungen (8) zeigen, daß sowohl C_1 als C_2 von dem wahren Werthe der Constanten um die Größe

$$f = \pm 2a\pi\sqrt{c^2-k^2}\,.\,\Delta\psi \qquad \text{I.}$$

abweicht. Diese Abweichung wächst mit der Neigung der Rollenaxe, sowie mit dem Unterschiede der beiden Armlängen *PC* und *CR*. Bei den meisten in Deutschland sowie in den Ostsee-Provinzen vorkommenden Polarplanimetern ist diese Differenz nicht unbedeutend, und daher der Einfluß von $\Delta\psi$ auf den Werth der Constanten beträchtlich.

Um den Einfluß für das oben bezeichnete Planimeter kennen zu lernen, welchen eine Neigung der Rollenaxe von $\Delta\psi = 30$ Minuten auf die Constante hervorbringt, wurden die Dimensionen des Apparates direct gemessen, und hiefür gefunden

$a = 4{\cdot}52$ Wiener Zolle,
$c = 6{\cdot}11$ „ „
$k = 1{\cdot}37$ „ „

Mit diesen Werthen ergab sich

$\rho_1^2 = 69{\cdot}6777$
$\rho_2^2 = 70{\cdot}6169$
$C_1 = 218{\cdot}89$ Wr. Quadratzolle,
$C_2 = 221{\cdot}83$ „ „
$f = 1{\cdot}47$ „ „

und nach Gl. (8) $C = \frac{1}{2}(C_1 + C_2) = 220{\cdot}36$ Wr. Quadratzolle als wahren Werth der Constanten.

Die Gleichungen (6) bieten ein sehr einfaches Mittel dar, aus den Dimensionen des Apparates, sowie aus den in beiden Lagen desselben ermittelten Werthen von ρ_1 und ρ_2 die Neigung $\Delta\psi$ der Rollenaxe zu bestimmen. Werden obige Gleichungen subtrahirt, und in Bezug auf $\Delta\psi$ aufgelöst, so erhält man in Minuten ausgedrückt:

$$\Delta\psi' = 859{\cdot}4 \frac{\rho_2^2-\rho_1^2}{a\sqrt{c^2-k^2}} \qquad \text{II.}$$

Um die Anwendung dieser Formel zu zeigen, wurde der Arm *SC* in Bezug auf die Axe mit Hilfe der an dem Instrumente befindlichen Correctionsschraube verstellt, und die Entfernungen ρ_1 und ρ_2 mit Hilfe der in Fig. 2 beschriebenen Vorrichtung direct gemessen. Die Resultate waren

$$\rho_1 = 8{\cdot}33 \text{ Wiener Zolle}$$
$$\rho_2 = 8{\cdot}43 \quad " \quad "$$

Werden diese Werthe in Gl. II substituirt, so ergibt sich eine Neigung der Rollenaxe von

$$\Delta\psi = 53{\cdot}5 \text{ Minuten.}$$

Der Grad der Genauigkeit in der Bestimmung von $\Delta\psi$ hängt, insoferne die gemessenen Dimensionen des Apparates als fehlerfrei angesehen werden, von der Sicherheit in der Ermittlung von ρ_1 und ρ_2 ab. Sind $\Delta\rho_1$ und $\Delta\rho_2$ die mittleren Fehler von ρ_1 und ρ_2, und $m_{\Delta\psi}$ jener von $\Delta\psi$, so ist

$$m_{\Delta\psi} = \pm\sqrt{\left(\frac{\partial\Delta\psi}{\partial\rho_1}\right)^2\Delta\rho_1^2+\left(\frac{\partial\Delta\psi}{\partial\rho_2}\right)^2\Delta\rho_2^2}\,.$$

Setzt man der Kürze halber

$$\frac{859{\cdot}4}{a\sqrt{c^2-k^2}} = M,$$

so folgt durch Differentiation der Gleichung II

$$\left(\frac{\partial\Delta\psi}{\partial\rho_1}\right) = -2M\rho_1,$$

und

$$\left(\frac{\partial\Delta\psi}{\partial\rho_2}\right) = +2M\rho_2,$$

und durch Substitution

$$m_{\Delta\psi} = \pm 2M\sqrt{\rho_1^2\Delta\rho_1^2+\rho_2^2\Delta\rho_2^2}$$

Unter der Voraussetzung, daß beide Werthe für ρ_1 und ρ_2 mit gleicher Sorgfalt ermittelt wurden, ist es ohne weiters gestattet $\Delta\rho_1 = \Delta\rho_2$ zu setzen, woraus in Minuten ausgedrückt folgt

$$m'_{\Delta\psi} = \pm 2 M \Delta\rho_1 \sqrt{\rho_1^2 + \rho_1^2} \qquad (9)$$

Werden für M, ρ_1, ρ_2 ihre Werthe gesetzt, und für $\Delta\rho_1$ wie oben 0·01 Zoll angenommen, so ergibt sich für den mittleren Fehler der Rollenaxe

$$m_{\Delta\psi} = 7{\cdot}6 \text{ Minuten.}$$

Ein anderes ebenso einfaches Verfahren, die Constante des Apparates, sowie die Neigung der Rollenaxe zu bestimmen, welches das vorhergehende an Genauigkeit bei weitem übertrifft, besteht darin, daß man den Umfang einer dem Flächeninhalte nach bekannten Figur bei entsprechender Stellung des Poles im geeigneten Sinne umfährt, und das aus der Differenz der Ablesungen an der Rolle sich ergebende Product $a\lambda$ in den Ausdruck (2) substituirt, woraus der Werth von C gezogen werden kann.

Zur Erreichung grösserer Genauigkeit bedient man sich hiezu eigener Messingplatten, auf welchem Kreise oder andere regelmäßige Figuren von genau angegebenen Dimensionen enthalten sind. Statt der Messingplatten kann man sich auch eines kleinen Lineales bedienen, auf welchem eine bekannte Länge durch zwei feine Löcher bezeichnet ist, die zur Aufnahme des Poles und des Fahrstiftes dienen, und so gebraucht wird, daß man Lineal und Apparat um den Pol dreht. Der Fahrstift wird hiebei genöthigt, einen Kreis zu beschreiben, dessen Radius der Entfernung beider Löchelchen gleich ist.

Diese Art der Ermittlung der Constanten wurde in neuester Zeit [1]) als unbrauchbar bezeichnet, da die so erhaltenen Resultate Discrepanzen zeigten, welche man nur dadurch erklären zu können glaubte, daß die angewandte Methode nicht die richtige sei; ja es wurde sogar behauptet, daß die aus verschiedenen großen Kreisen und Quadraten abgeleiteten Werthe der Constanten zur genauen Ermittlung des Flächeninhaltes einer beliebig anderen Figur nicht geeignet sein könnte, und schlug deßhalb vor, die Constante unmittelbar aus den Dimensionen des Apparates zu entwickeln. Die directe

---

[1]) Siehe Civilingenieur Bd. XIII, Heft 1.

Messung der hiebei in Rechnung kommenden Armlängen des Apparates ist nicht nur mühsam und zeitraubend, sondern läßt auch in Bezug auf Genauigkeit Vieles zu wünschen übrig. Die in der genannten Zeitschrift erwähnten Discrepanzen haben ihren Grund nicht in der Art der Ermittlung der Constanten, sondern lassen vielmehr auf die Nichterfüllung der theoretischen Bedingungen an dem Apparate schließen. Wir haben bereits früher gezeigt, daß, falls die Rollenaxe mit dem Arme *SC* nicht parallel läuft, die Constante des Apparates nicht unbeträchtlich beeinflußt wird, und zwar verschieden, je nach der Methode, die zur Bestimmung derselben angewendet wird. Eine allgemeine Theorie des Polarplanimeters zeigt, daß sobald obige Bedingung an dem Apparate nicht vorhanden ist, dieses zur Flächenberechnung untauglich wird, da die Proportionalität des an der Rolle abgewälzten Bogens mit dem Flächeninhalte verloren geht.

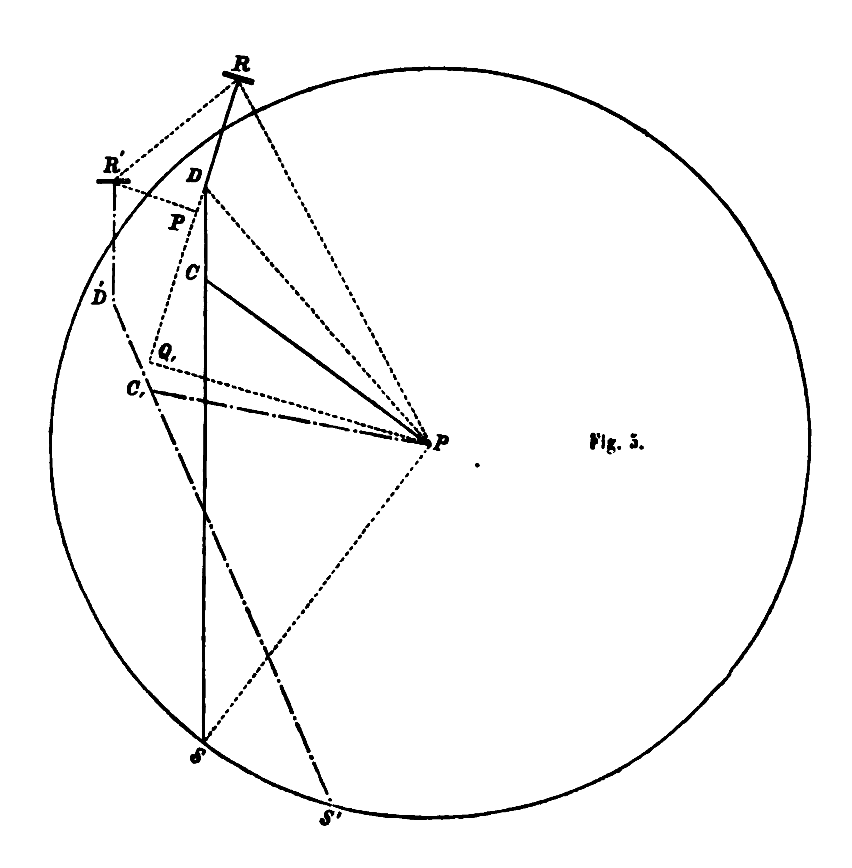


Fig. 3.

Um den Einfluß einer Neigung der Rollenaxe bei dieser Ermittlungsart kennen zu lernen, bringe man den Pol P (Fig. 5) in den Mittelpunkt eines Kreises KK', dessen Halbmesser $PS = r_0$ sein mag. Führt man den Stift der Contour dieses Kreises nach, so wird der Berührungspunkt R genöthigt, ebenfalls einen Kreis zu beschreiben, dessen Mittelpunkt mit P zusammenfällt, und dessen Halbmesser $PR = r_1$ ist.

Ertheilt man dem Apparate eine Differentialbewegung in der Richtung von S nach S', so gelangt R nach R'. Der Weg $RR' = ds$ läßt sich zerlegen in TR und TR'. Die Componente TR, welche in die Richtung der Rollenaxe fällt, erzeugt ein Schleifen, während TR' ein Abwälzen der Rolle bewirkt, und durch dieselbe angezeigt wird. Bezeichnet R den Rollenhalbmesser, und dV_1 die Länge des abgewälzten Bogens für den Halbmesser eins, so ist zunächst

$$TR' = R\,dV_1.$$

Aus dem rechtwinkeligen Dreiecke RTR' folgt, wenn $\sphericalangle TR'R = \delta_1$ gesetzt wird:

$$TR' = RR' \cos \delta_1 = ds \cos \delta_1$$

mithin auch

$$R\,dV_1 = ds \,.\, \cos \delta_1$$

und durch Integration zwischen den Grenzen 0 und $2 r_0 \pi$

$$RV_1 = \int_0^{2 r_1 \pi} \cos \delta_1 \, ds = 2 r_1 \pi \cos \delta_1.$$

Bezeichnet A_1 die beim Umfahren des Kreises KK_1 zurückgelegte Anzahl Umdrehungen der Rolle, so ist auch

$$V_1 = A_1 2\pi$$

sonach

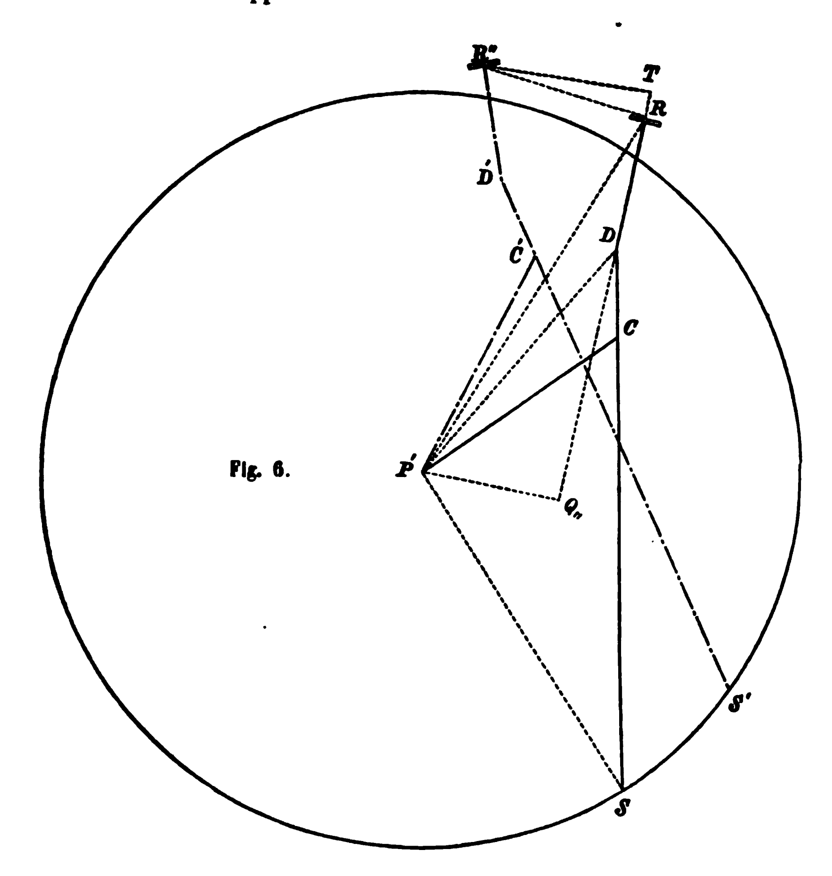
$$A_1 R = r_1 \cos \delta_1. \qquad (10)$$

Wird der Arm PC durchgeschlagen, d. h. auf die linke Seite gebracht, wie in Fig. 6, und der Kreis in demselben Sinne umfahren, so erhält man auf dieselbe Weise

$$A_2 R = r_2 \cos \delta_2 \qquad (11)$$

wenn $P'R = r_2$, und $\sphericalangle TR''R = \delta_2$, sowie die Anzahl Umdrehungen der Rolle mit A_2 bezeichnet werden.

Die Größen $r_1 \cos \delta_1$ und $r_2 \cos \delta_2$ lassen sich durch die Dimensionen des Apparates ausdrücken.



Wird die frühere Bezeichnung beibehalten, und außerdem $PD = \partial$, und $\angle PDS = u$ gesetzt, und berücksichtigt, daß $PRS = \delta_1$ und $P'RD = \delta_2$ ist, so ergeben sich aus den bei Q_1 und Q_2 rechtwinkeligen Dreiecken PQ_1R und PQ_2R die Ausdrücke

$$Q_1R = PR \cos PRQ_1 = DR + PD \cos PDQ_1$$
$$Q_2R = P'R \cos P'RQ_2 = DR + P'D \cos P'DQ_2,$$

d. i.

$$r_1 \cos \delta_1 = b + \partial \cos (u + \Delta\psi)$$
$$r_2 \cos \delta_2 = b + \partial \cos (u - \Delta\psi)$$

und durch Substitution in Gl. (10) und (11)

$$\left.\begin{aligned} A_1R &= b + \partial \cos (u + \Delta\psi) \\ A_2R &= b + \partial \cos (u - \Delta\psi) \end{aligned}\right\}. \qquad (12)$$

Die Gl. (12) zeigen zunächst, daß die in beiden Lagen des Poles ermittelte Anzahl Umdrehungen der Rolle nothwendig verschieden sein müssen, und sonach in Verbindung mit der bekannten Fläche F des Kreises KK' zu falschen Resultaten für die Constante des Apparates führen werden. Nur in dem Falle als $\Delta\psi = 0$ ist, d. h. das Instrument adjustirt ist, erhält man in beiden Fällen dasselbe Resultat

$$A_0R = b + \partial \cos u. \qquad (13)$$

Werden die Ausdrücke in Gl. (12) entwickelt, so ergibt sich mit Berücksichtigung der Gl. (13)

$$\begin{aligned} A_1R &= A_0R - \partial \sin u \,.\, \Delta\psi \\ A_2R &= A_0R + \partial \cos u \,.\, \Delta\psi \end{aligned}$$

und hieraus

$$A_0 = \tfrac{1}{2} (A_1 + A_2), \qquad (14)$$

d. h. das arithmetische Mittel von A_1 und A_2 entspricht derjenigen Anzahl von Umdrehungen, welche von der Rolle des adjustirten Apparates zurückgelegt worden wären. Bezeichnet F den Flächeninhalt des umfahrenen Kreises in Wiener Quadratzollen ausgedrückt, so ist, da einer Umdrehung der Rolle 10 Quadratzoll entsprechen, die Constante

$$C = F + 10A_0 \qquad \text{III.}$$

oder

$$C = F + 5 (A_1 + A_2) \qquad \text{IV.}$$

Um die Anwendung dieser Formel zu zeigen, wurden nach der oben bezeichneten Art drei Kreise umfahren, deren Flächeninhalte

$F_1 = 24{\cdot}084$ Wiener Quadratzolle,
$F_2 = 21{\cdot}774$ „ „
$F_3 = 19{\cdot}436$ „ „

auf anderem Wege ermittelt wurden. Die Resultate sind in nachstehenden Tabellen enthalten.

Kreis I.

Beob.-Zahl	Pol rechts			Pol links		
	Ablesung	Differenz	Mittel	Ablesung	Differenz	Mittel
0	2·924	—	A_1	2·108	—	A_2
1	22·374	19·450		21·799	19·691	
2	1·822	448		1·493	694	
3	1·269	447		1·189	696	
4	0·715	446		0·885	696	
5	0·160	445	19·4472	0·581	696	19·6946

Kreis II.

Beob.-Zahl	Pol rechts			Pol links		
	Ablesung	Differenz	Mittel	Ablesung	Differenz	Mittel
0	8·275	—	A	2·435	—	A_2
1	27·958	19·683		22·350	19·915	
2	7·641	683		2·270	920	
3	7·325	684		2·185	915	
4	7·005	680		2·101	916	
5	6·690	685	19·6830	2·018	917	19·9166

Kreis III.

Beob.-Zahl	Pol rechts			Pol links		
	Ablesung	Differenz	Mittel	Ablesung	Differenz	Mittel
0	6·944	—	A_1	1·732	—	A_2
1	26·865	19·921		21·869	20·137	
2	6·790	925		2·004	135	
3	6·717	927		2·146	137	
4	6·643	926		2·275	134	
5	6·571	928	19·9254	2·410	134	20·1356

Aus diesen Beobachtungsresultaten ergeben sich Werthe der Constanten

$A_1 = 19{\cdot}4472$	$A_1 = 19{\cdot}6830$	$A_1 = 19{\cdot}9254$
$A_2 = 19{\cdot}6946$	$A_2 = 19{\cdot}9166$	$A_2 = 20{\cdot}1356$
$5(A + A_2) = 195{\cdot}709$	$5(A_1 + A_2) = 197{\cdot}998$	$5(A_1 + A_2) = 200{\cdot}305$
$F_1 = 24{\cdot}084$	$F_2 = 21{\cdot}774$	$F_3 = 19{\cdot}436$
$C_1 = 219{\cdot}793$	$C_2 = 219{\cdot}772$	$C_3 = 219{\cdot}741$

Aus diesen drei Versuchsreihen folgt der wahrscheinlichste Werth der Constanten

$$C_0 = 219{\cdot}7687 \text{ Wiener Quadratzoll.}$$

Die Genauigkeit des so erhaltenen Werthes der Constanten hängt einerseits von der Sicherheit in der Bestimmung von A_1 und A_2, andererseits und vorzugsweise von dem Grade der Genauigkeit ab, mit welcher der Flächeninhalt F der der Bestimmung von C zu Grunde gelegten Figur ermittelt wurde. Bezeichnet ΔA den mittleren Fehler in der Bestimmung von A_1 und A_2, sowie ΔF jenen von F, so läßt sich der mittlere Fehler ΔC der Constanten aus der Gleichung ableiten

$$\Delta C = \pm \sqrt{\Delta F^2 + 50\,\Delta A^2} \qquad \text{V.}$$

Aus den obigen Versuchsreihen folgt $\Delta A < 0{\cdot}003$; wird überdies $\Delta F = 0{\cdot}1$ Quadratzoll angenommen, eine Genauigkeit, welche sich mit dem rectificirten Planimeter bei außerhalb der Figur liegendem Pole bis auf das Dreifache steigern läßt, so erhält man

$$\Delta C = \pm 0{\cdot}102 \text{ Wiener Quadratzolle,}$$

und das Verhältniß des Fehlers zur Größe der Constanten

$$\frac{\Delta C}{C} = \frac{1}{2154},$$

eine Genauigkeit, welche für alle in der Praxis vorkommenden Fälle nichts zu wünschen übrig läßt.

Es läßt sich à priori nachweisen, daß, falls der Constantenbestimmung die direct gefundenen Dimensionen des Apparates zu Grunde gelegt werden, welches Verfahren in neuerer Zeit in Vorschlag gebracht wurde, in keinem Falle obige Genauigkeit erreicht werden kann.

Denn sind Δa, Δb und Δk die mittleren Fehler in der Bestimmung der Armlängen a, c und k, so folgt aus Gl. (3) der mittlere Fehler der Constanten

$$\Delta C = \pm\, 2\pi \sqrt{(a+k)^2\,\Delta a^2 + c^2\,\Delta c^2 + a^2\,\Delta k^2}.$$

Wird die Messung der constanten Dimensionen des Apparates auf dieselbe Weise vollbracht, so kann man ohneweiters $\Delta a = \Delta b = \Delta k$ setzen, wodurch der vorhergehende Ausdruck übergeht in

$$\Delta C = 2\pi\,\Delta a \sqrt{k^2 + c^2 + 2a\,(a+k)}. \qquad \text{VI.}$$

Wie gleich anfangs erwähnt, kann $\Delta a = 0{\cdot}01$ Wr. Zoll angenommen worden, eine Genauigkeit, die sich wohl erreichen, aber nicht gut überschreiten läßt; substituirt man die bereits oben angegebenen Dimensionen in Gl. (VI), so erhält man

$$\Delta C = \pm\, 0{\cdot}562 \text{ Wiener Quadratzolle,}$$

und das Fehlerverhältniß der Constanten

$$\frac{\Delta C}{C} = \frac{1}{391}\,.$$

Es geht hieraus deutlich hervor, daß die direct gemessenen Dimensionen des Apparates zu keinem guten Resultate der Constanten führen können. Werden dagegen die Armlängen des Instrumentes auf indirectem Wege ermittelt, so können dieselben ganz gut und mit Vortheil zur Bestimmung der Constanten verwendet werden. Die Kenntniß der Dimensionen des Apparates hat den nicht zu unterschätzenden Vortheil, die Verwandlung der Constanten für verschiedene Maßeinheiten bei verschiedener Angabe der Rolle mit Leichtigkeit vornehmen zu können, wie wir dieses in einer folgenden Abhandlung zeigen wollen.

Auch diese Methode der Constantenbestimmung setzt uns in den Stand, nicht nur die Neigung der Rollenaxe, sondern auch die Größe des Rollenhalbmessers mit großer Genauigkeit zu bestimmen. Werden die Gleichungen (12) in Bezug auf $\Delta\psi$ und R aufgelöst, so erhält man für die Neigung in Minuten ausgedrückt

$$\Delta\psi' = 3438\,\frac{(b+\partial \cos u)\;(A_2-A_1)}{\partial \sin u\;(A_1+A_2)} \qquad \text{VII.}$$

und für die Größe des Rollenhalbmessers

$$R = \frac{b+\partial \cos u}{\frac{1}{2}(A_1+A_2)}\,. \qquad \text{VIII.}$$

Wir wollen die zuletzt abgeleiteten Gleichungen benützen, um aus den für die Kreise I, II und III erhaltenen Resultaten, die Werthe von $\Delta\psi$ und R zu ermitteln, und ihre Übereinstimmung zu constatiren.

Durch Auflösung der Dreiecke *PCS* und *PCD* in den genannten drei Fällen erhält man

$\partial_1 = 6{\cdot}417$ Wr. Zoll, $\partial_2 = 6{\cdot}421$ Wr. Zoll, $\partial_3 = 6{\cdot}427$ Wr. Zoll,
$u_1 = 23^\circ\, 36'$ $u_2 = 21^\circ\, 50'$ $u_3 = 19^\circ\, 50'$

Die Beobachtungsreihen liefern

$A_1 = 19 \cdot 4472$ $A_1 = 19 \cdot 6830$ $A_1 = 19 \cdot 9254$
$A_2 = 19 \cdot 6946$ $A_2 = 19 \cdot 9166$ $A_2 = 20 \cdot 1356$

Durch Substitution in Gl. VII und VIII erhält man

$\Delta\psi_1 = 58 \cdot 5$ Minuten, $R_1 = 0 \cdot 3537$ Wr. Zoll,
$\Delta\psi_2 = 59 \cdot 4$ „ $R_2 = 0 \cdot 3536$ „ „
$\Delta\psi_3 = 58 \cdot 6$ „ $R_3 = 0 \cdot 3537$ „ „

Aus diesen Resultaten ist zu ersehen, daß sich nach diesem Verfahren nicht nur die Neigung der Rollenaxe, sondern auch der Rollendurchmesser mit großer Schärfe ermitteln lassen.

Diese Übereinstimmung der Werthe von $\Delta\psi$ und R lässt sich sehr leicht nachweisen. Denn bezeichnet wie oben ΔA den mittleren Fehler in der Bestimmung von A_1 und A_2, $m_{\Delta\psi}$ jenen von $\Delta\psi$, so erhält man, wenn man der Kürze halber

$$3438 \frac{b + \partial \cos u}{\partial \sin u} = N$$

setzt, aus Gl. VII in Minuten ausgedrückt

$$m_{\Delta\psi} = 2N \frac{\sqrt{A_1^2 + A^2}}{(A_1 + A_2)^2} \Delta A \qquad \text{IX.}$$

Für unsere obigen Beispiele ist, da $b = 1 \cdot 04$ Wr. Zoll gefunden wurde

$m_{\Delta\psi}' = 1 \cdot 00$ Minuten,
$m_{\Delta\psi}'' = 1 \cdot 08$ „
$m_{\Delta\psi}''' = 1 \cdot 13$ „

Besonders scharf ist das oben angegebene Verfahren für die Bestimmung des Rollenhalbmessers, falls die Kenntniß desselben gewünscht werden sollte. Bezeichnet ΔR den mittleren Fehler desselben, so läßt sich die Größe desselben aus der Gleichung bestimmen

$$\Delta R = \frac{2\,(b + \partial \cos u)\,\sqrt{2}}{(A_1 + A_2)^2} \Delta A \qquad \text{X.}$$

Werden in diese Gleichung die entsprechenden Werthe substituirt, so erhält man

$\Delta R_1 = 0 \cdot 0000382$ Wiener Zoll,
$\Delta R_2 = 0 \cdot 0000378$ „ „
$\Delta R_3 = 0 \cdot 0000376$ „ „

Die vorhergehenden Untersuchungen weisen auf ein sehr einfaches Verfahren der Rectification hin. Wir haben bereits früher gezeigt, daß beim Umfahren eines Kreises, dessen Mittelpunkt mit dem Pole des Instrumentes zusammenfällt, die Anzahl Umdrehungen der Rolle in beiden Lagen des Apparates verschieden sein müssen, falls die Rollenaxe mit dem Arme *SC* nicht parallel läuft.

Zeigt sich also bei dieser Untersuchung eine Verschiedenheit der Rollenabwälzung, und diese ist selbst bei geringer Neigung nicht unbedeutend, so muß der Arm *SC* durch die an dem Apparate angebrachten Correctionsschräubchen so lange verstellt werden, bis die Rolle in beiden Lagen des Instrumentes eine gleiche Anzahl Umdrehungen ergibt. Um die Rectification mit Leichtigkeit vornehmen zu können, ist bei jenen Planimetern, welche aus der astronomischen Werkstätte des k. k. polytechnischen Institutes zu Wien hervorgehen, der Rahmen, welcher zur Aufnahme der Rollenaxe dient, mit der Verlängerung des Armes *SC* durch eine Schraube σ derart verbunden, daß nach Lüftung derselben der Rahmen durch die in der Nähe von σ befindlichen Correctionsschräubchen eine solche Drehung erhalten kann, daß dadurch der Parallelismus der Rollenaxe mit dem Arme *SC* zu Stande gebracht wird.

Gleich nach Erfindung des Polarplanimeters hat Professor S t a m p f e r durch eine ganz allgemeine Theorie dieses Instrumentes, welche leider bis jetzt noch nicht zur Veröffentlichung gelangt ist, gezeigt, daß, sobald der Parallelismus obiger Größen nicht vorhanden ist, der an der Rolle abgewälzte Bogen der umfahrenen Fläche nicht mehr proportional sein kann; der Ausdruck für die Fläche wird dann eine Function der Entfernung des Poles von der zu bestimmenden Figur, und das Instrument hört auf ein Flächenmesser zu sein. Um daher das Instrument in dieser Beziehung zu prüfen, bestimme man den Flächeninhalt einer Figur aus dem Mittel mehrerer Versuche in zwei möglichst verschiedenen Entfernungen des Poles von derselben. Aus den übereinstimmenden Resultaten kann man auf die richtige Stellung der Rollenaxe schließen, während im Falle einer Discordanz die Berichtigung durch Drehen des Rollenrahmens um den Punkt σ mittelst der Correctionsschräubchen vorzunehmen ist. Dieses Rectificationsverfahren ist vorzugsweise bei jenen Planimetern anzuwenden, bei welchen der Arm *SC* nicht durchgeschlagen werden kann.

Schließlich sei noch erwähnt, daß man es wohl nie unterlassen wird, die Rectification des Instrumentes vorzunehmen, bevor man zur Bestimmung der Constanten nach der oben angegebenen Methode schreitet; es ist dies jedoch nicht absolut nothwendig. Um die Übereinstimmung der hieraus sich ergebenden Werthe der Constanten nachzuweisen, habe ich das den früheren Untersuchungen zu Grunde liegende Instrument in Bezug auf die oben angegebene Eigenschaft rectificirt, und nach der bekannten Weise fünf Kreise umfahren, deren Flächeninhalte

$F_1 = 24{\cdot}084$ Wiener Quadratzolle
$F_2 = 21{\cdot}774$ „ „
$F_3 = 19{\cdot}436$ „ „
$F_4 = 17{\cdot}320$ „ „
$F_5 = 15{\cdot}202$ „ „

betrugen. Die aus den Untersuchungen hervorgegangenen Ablesungen der Rolle in beiden Lagen des Apparates sind in folgenden Tabellen zusammengestellt:

Kreis I.

Beob.-Zahl	Pol rechts			Pol links		
	Ablesung	Differenz	Mittel	Ablesung	Differenz	Mittel
0	2·262	—	A_2	2·039	—	A_1
1	21·825	19·563		21·605	10·566	
2	1·391	566		1·165	560	
3	0·954	563		0·730	565	
4	0·517	563		0·292	562	
5	0·080	563	19·5636	9·859	567	19·5640

Kreis II.

Beob.-Zahl	Pol rechts			Pol links		
	Ablesung	Differenz	Mittel	Ablesung	Differenz	Mittel
0	0·171	—	A_1	9·354	—	A_2
1	19·965	19·794		29·145	19·791	
2	9·758	793		8·935	790	
3	9·550	792		8·729	794	
4	9·344	794		8·520	791	
5	9·134	790	19·7926	8·315	795	19·7922

Kreis III.

Beob.-Zahl	Pol rechts			Pol links		
	Ablesung	Differenz	Mittel	Ablesung	Differenz	Mittel
0	9·254	—	A_1	8·157	—	A_2
1	29·278	20·024		28·183	20·026	
2	9·302	024		8·210	027	
3	9·325	023		8·234	024	
4	9·348	023		8·261	027	
5	9·372	024	20·0238	8·289	028	20·0264

Kreis IV.

Beob.-Zahl	Pol rechts			Pol links		
	Ablesung	Differenz	Mittel	Ablesung	Differenz	Mittel
0	9·993	—	A_1	5·046	—	A_2
1	30·232	20·239		25·286	20·240	
2	0·474	242		5·524	238	
3	0·711	237		5·763	239	
4	0·949	238		6·004	241	
5	1·187	238	20·2388	6·242	238	20·2392

Kreis V.

Beob.-Zahl	Pol rechts			Pol links		
	Ablesung	Differenz	Mittel	Ablesung	Differenz	Mittel
0	2·271	—	A_1	0·048	—	A_2
1	22·724	20·453		20·500	20·452	
2	3·176	452		0·948	448	
3	3·624	448		1·399	451	
4	4·071	447		1·852	453	
5	4·522	451	20·4502	2·305	453	20·4514

Die Berechnung auf die bereits früher angegebene Weise ergab olgende Werthe der Constanten

$C_1 = 219{\cdot}722$ Wiener Quadratzolle,
$C_2 = 219{\cdot}698$ „ „

$C_3 = 219{\cdot}687$ Wiener Quadratzolle.
$C_4 = 219{\cdot}710$ " "
$C_5 = 219{\cdot}710$ " "

Mithin als wahrscheinlichster Werth derselben

$$C_0 = 219{\cdot}705 \text{ Wiener Quadratzolle,}$$

welcher von dem mit dem nicht adjustirten Apparate erhaltenen Werthe nur um 0·054 Wr. Quadratzoll abweicht.

Bemerkungen zu nachstehender Abhandlung des Herrn Dir. Åstrand: „Neue einfache Methode für Zeit- und Längenbestimmung."

Von dem w. M. **Karl v. Littrow,**

(Vorgelegt in der Sitzung am 11. Juli 1867.)

Indem ich dem Wunsche des Herrn Director Åstrand die nachstehende Abhandlung zu veröffentlichen durch Überreichung an die kais. Akademie der Wissenschaften um so lieber entspreche, als mir so gediegene Erörterung einer Frage, mit der ich mich viel beschäftigt habe, nur höchst willkommen sein kann, erlaube ich mir dieser Publication hier einige Worte vorauszuschicken.

Die Bemerkung. mit welcher der Verfasser seine interessante Arbeit einleitet, daß nämlich unser hochverehrter College Hansteen der erste sei, „der eine einfache Approximationsmethode für Zeitbestimmung durch Circummeridianhöhen angegeben hat", war mir nicht nur völlig neu, sondern ich hatte auch von Hansteen's dort angeführtem Lehrbuche der Astronomie überhaupt keine Kenntniß, und ersuchte deßhalb Herrn Dir. Åstrand um nähere Auskunft über diese Stelle seines Aufsatzes. Die Antwort, welche mir der Verfasser auf diese Frage zu ertheilen so gefällig war, lautete wie folgt:

„Ich beeile mich die citirte Stelle aus Hansteen's Lehrbuch mitzutheilen:"

„„§. 33. Wäre die Uhrzeit, wann die Sonne durch den Meridian ging, nicht aus anderen Beobachtungen bekannt, so kann dieselbe durch die Circummeridianhöhen selbst bestimmt werden. Setzt man die Mittagshöhe $= H$, die Höhenänderung in der ersten Minute vor oder nach der Kulmination $= \Delta H$, die Declinationsveränderung in einer Minute $= \Delta d$, eine Höhe gemessen n Minuten nach dem Mittage, wann die Uhr die Zeit τ zeigte, $= h$, so ist

$$H = h + n^2 . \Delta H - n . \Delta d$$

wo

$$\Delta H = 1''.96349 \frac{\text{Cos}\, p \,.\, \text{Cos}\, d}{\text{Sin}\,(p-d)}$$

also

$$h = H - n^2.\Delta H + n.\Delta d$$

Durch eine andere Höhe $= h'$, gemessen N Minuten nach dem Mittage, wann die Uhr die Zeit τ' zeigte, findet man

$$h' = H - N^2.\Delta H + N.\Delta d$$

also

$$h - h' = (N^2 - n^2)\Delta H - (N-n)\Delta d =$$
$$= (N+n)(N-n)\Delta H - (N-n)\Delta d$$

folglich

$$N+n = \frac{h-h' + (N-n)\Delta d}{(N-n)\Delta H} = \frac{h-h'}{(N-n).\Delta H} + \frac{\Delta d}{\Delta H}$$

$h-h'$ ist der Unterschied zwischen den beiden Höhen, $N-n$ das Zeitintervall, also $= \tau' - \tau$, ausgedrückt in Minuten.

Weil

$$\frac{N+n}{2} + \frac{N-n}{2} = N, \frac{N+n}{2} - \frac{N-n}{2} = n,$$

so findet man durch die erste Beobachtung die Uhrzeit im Mittage

$$\tau - n = \tau - \left(\frac{h-h'}{2(\tau'-\tau).\Delta H} + \frac{\Delta d}{2\Delta H} - \frac{\tau'-\tau}{2}\right)$$
$$= \frac{\tau'+\tau}{2} - \frac{h-h'}{2(\tau'-\tau).\Delta H} - \frac{\Delta d}{2\Delta H}.\text{“}$$

„Von Professor Hansteen's Lehrbuch der sphärischen Astronomie ist nicht mehr erschienen als die erste Lieferung Pag. 1—208. Diese enthält: I. Einleitung, II. Tägliche Bewegung, III. Jährliche Bewegung der Sonne, IV. Bestimmung der Zeit.“

„Die wenigen Exemplare von diesem Bruchstücke, welche ich in öffentlichen Bibliotheken gesehen habe, sind, gleichwie mein eigenes Exemplar, ohne Titelblatt. Es ist mir daher unmöglich, das Jahr, in welchem diese Lieferung erschien, mit Sicherheit anzugeben. So viel ist gewiß, daß die Herausgabe nicht früher als 1821 stattgefunden hat, weil der Verfasser, Pag. 183, sagt: „„Die vollständige Theorie hiervon sowie von der Aberration der Planeten und Cometen findet

man in J. J. Littrow's Astronomie I. Bd. S. 63—67 [1]).““ Das späteste Beobachtungsdatum, das in der genannten Lieferung angegeben wird, ist 1820, Juli 11.“

Aus vorstehendem, von Director Åstrand gütigst in deutscher Übertragung mitgetheilten Citate geht vor allem hervor, daß Professor Hansteen's Vorschlag überhaupt kaum, namentlich aber nicht für, des Norwegischen unkundige Leser als publicirt zu betrachten sei, ferner daß Professor Hansteen ganz andere Ziele verfolgte und demnach auch andere Wege ging als ich bei meiner Methode, die Länge durch Differenzen von Circummeridianhöhen zu bestimmen. Professor Hansteen will in der That nur einen Nothbehelf bei Breitenbestimmungen durch Circummeridianhöhen [2]) für den Fall liefern, wo man den Stundenwinkel des Gestirnes nicht sonst schon kennt; er schließt sich deßhalb in seiner Ableitung den bekannten Ausdrücken für Reduction von Circummeridianhöhen auf den Meridian an und kommt so zu der, mit meiner, unmittelbar für den eigentlichen Zweck der Zeitbestimmung aufgestellten Formel allerdings identischen nämlich nur durch die Rücksicht auf Declinationsänderung von dieser verschiedenen Schlußgleichung. Professor Hansteen hat in dem von ihm angegebenen Auskunftsmittel für Breitenbestimmungen offenbar nur dieses und nicht etwa eine selbständige, wenn auch nur genäherte Zeit- also Längenbestimmung liefern wollen, weßhalb er denn auch mit einer näheren Untersuchung der betreffenden Formel sich nicht weiter befaßt. Die freundlichen Worte, welche Herr Director Åstrand am Schlusse seiner Abhandlung meinen Bemühungen in dieser Sache widmet, zeigen übrigens, daß auch er jener Ansicht ist und entheben mich vollends weiterer Auseinandersetzung.

Es sei mir gestattet, bei dieser Gelegenheit ein Paar Bemerkungen über Director Åstrand's treffliche Abhandlung selbst hier beizufügen.

Der Verfasser geht nicht, wie ich, von Differenzen zwischen beliebigen Circummeridianhöhen überhaupt, sondern von den Unter-

---

[1]) Erschienen 1821. L.

[2]) Professor Hansteen behandelt diese Methode der Breitenbestimmung nach einer späteren Mittheilung Director Åstrand's eben in den §§. 30—33, Abschnitt II des erwähnten Fragmentes.

schieden zweier ausser dem Meridiane gemessenen Höhen von der Meridianhöhe aus. Er vermehrt so die Erfordernisse, steigert aber natürlich auch die Leistungen der Methode. Sein Verfahren ist durch das Messen der Höhe in einem bestimmten Augenblicke bedingt; gelingt die Beobachtung im Meridiane nicht, so fehlen die Grundlagen für seine Ausdrücke. Überdies nimmt die Mittagshöhe auf alle Längenbestimmungen Einfluß; ist sie unrichtig, so werden sämmtliche Resultate darunter leiden. Hingegen hat seine Methode den Vortheil unabhängiger von der Kenntniß der Breite zu sein und Formeln zu bieten, die eigentlich keiner Logarithmentafel bedürfen, ja sich sogar zu graphischer Auflösung eignen. In letzterer Beziehung gestehe ich übrigens, daß ich es nicht für angemessen halte, den Seemann mit aller Rechnung zu verschonen. Bekanntlich läßt sich auch die Breitenbestimmung im Mittag graphisch behandeln und man könnte es nun dahin bringen, daß der Nautiker überall rein mechanisch zu arbeiten hätte. Was aber wäre die Folge davon? doch wohl, daß er die Fähigkeit ganz verlöre, sich von der Richtigkeit seines Verfahrens zu überzeugen und in besonderen Lagen zurechtzufinden, wo ihn das gegebene Schema verläßt. Abgesehen davon aber muß ich es dem Urtheile Anderer überlassen, zu entscheiden, welche der beiden Methoden die bequemere sei, oder ob etwa beide Verfahrungsweisen, je nach Umständen bald die eine bald die andere, in Gebrauch kommen sollen, und bemerke in dieser Hinsicht nur noch, daß die von mir gegebene Grundformel mit einer bei weitem in den meisten Fällen hinreichenden Genauigkeit

$$\operatorname{Sin}\frac{s+s'}{2}=\frac{z'-z}{s'-s}\cdot\frac{\operatorname{Sin}\frac{1}{2}(z'+z)}{\operatorname{Sin}p\operatorname{Cos}\varphi}$$

lautet, somit das Aufschlagen der Sinus von Differenz der Zenithdistanz und des Stundenwinkels keineswegs, wie man aus einer Anführung von Director Åstrand glauben könnnte, immer nothwendig ist.

Was ferner die von Herrn Åstrand sehr elegant durchgeführte Rücksicht auf die Declinationsänderung betrifft, so würde ich wohl vorziehen, den einfachen Weg zu gehen, den ich für die Rücksicht auf den Schiffsweg angegeben [1]), und den Herr

[1]) Annalen der Wiener Sternwarte. Vol. XXI, Neuer Folge. I. Bd. pag. LVI.

Faye [1]) ausdrücklich als auch für jenen Zweck geeignet bezeichnet hat, wonach Änderung des Schiffsortes in der Breite und Änderung der Declination entweder einfach, oder genauer mit dem Cosinus des parallactischen Winkels (zwischen Declinations- und Höhenkreis) multiplicirt an die eine Höhe anzubringen sind.

Das von Herrn Åstrand besprochene Zusammenfassen mehrerer Höhen in ein Mittel, halte ich bei einer Methode, die von der Güte der Beobachtungen immerhin sehr abhängt, deshalb für bedenklich, weil man dadurch das Mittel verliert, einzelne offenbar irrige Messungen als solche zu erkennen und auszuscheiden. Ich hielte es deshalb immer für gerathener aus jeder Höhencombination die betreffenden Resultate für sich abzuleiten und aus den, nur um zulässige Grössen von einander abweichenden Ergebnissen ein Mittel zu bilden. Damit soll übrigens, wie ich wohl kaum besonders zu erklären brauche, nicht etwa geradezu willkürlicher Wahl der benützten Beobachtungen das Wort geredet werden.

Zu besonderem Danke verpflichtet fühle ich mich Herrn Director Åstrand durch seine sinnreiche Bemerkung, daß auch die Kenntniß der Mißweisung des Compasses durch Verbindung mit der Längenbestimmung im Mittage ungemein erleichtert wird, was mir bisher entgangen war. Der Schiffer findet demnach durch eine unserer beiden Methoden alles zu seiner Fahrt Erforderliche: Länge, Breite und Mißweisung gerade zur Zeit seines Besteckes.

Die musterhafte Gründlichkeit, mit welcher Director Åstrand nach allen Richtungen die Grenzen der Anwendbarkeit seiner Methode prüft, die Sorgfalt, mit der er dem Bedürfnisse des Seefahrers überall mit Erleichterungsmitteln entgegenkommt, sind mir eine Mahnung an manches, das mir für meine Methode in diesen Hinsichten noch zu thun erübrigt, wie ich denn ohnehin beabsichtige bei erster Gelegenheit die wesentlichsten Momente dieses Verfahrens die sich gegenwärtig in den verschiedensten Quellen zerstreut vorfinden, in bündiger Form zusammenzufassen.

---

[1]) Sur une méthode nouvelle proposée par M. de Littrow pour déterminer en mer la longitude. Vienne 1864. pag. 13 oder *Comptes rendus de l'Acad. des Sciences* 7. Mars 1864.

Neue einfache Methode für Zeit- und Längenbestimmung.

Von J. J. Åstrand,
Director der Sternwarte zu Bergen in Norwegen.

(Mit 1 Tafel.)

> Es ist wohl zu unterscheiden zwischen strengen Methoden der Längenbestimmung, die bei eigentlicher Feststellung der geographischen Lage eines Ortes zu dienen haben, und solchen, die zwar weniger genau, aber zum täglichen Gebrauche, zur blossen Cursbestimmung des Schiffes immer noch völlig hinreichend und dem ganz unsicheren Forthelfen mit Log und Boussole weit vorzuziehen sind. Kann man durch die Einfachheit des geforderten Verfahrens den Seemann dahin bringen, auch die Länge recht oft und nur überhaupt astronomisch zu bestimmen, wie er es bereits mit der Breite thut, so wird man der Sicherheit der Schifffahrt wesentlich genützt haben. Prof. K. v. Littrow.
> (XLVII. Bd. d. Sitzb. d. k. Akad. d. Wissensch.).

Der um die Naturwissenschaften so hoch verdiente norwegische Professor Chr. Hansteen ist der erste, der eine einfache Approximationsmethode für Zeitbestimmung durch Circummeridianhöhen angegeben hat. Diese Methode ist in seinem „Laerebog i den sphärishe Astronomie“, p. 113, entwickelt. Etwa zwei Decennien später schlug Professor K. v. Littrow, in „Neue Folge der Wiener Sternwarte-Annalen“, 1. Band, eine andere Methode vor, welche zu Längenbestimmungen bei der Erdumsegelung der kais. österreich. Fregatte Novara, in den Jahren 1857—1858 (Wien. akad. Sitzungsberichte XLVII. Band) benutzt, und von Professor C. A. F. Peters, in „Astronomische Nachrichten“, Nr. 1451, sowie von Professor H. Faye, in „Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences“, séance du 7 Mars 1864 besprochen wurde. Zur Rechnung nach beiden diesen Methoden sind logarithmische Tafeln erforderlich.

Im Sommer 1864 gab ich in Bergen eine kleine Abhandlung unter dem Titel: *„Let og nöjagtig Methode for Bestemmelse af den paakommende Brede og Laengde samt Kompassets Misvisning, uden Hjaelp of Logarithmer“* heraus, nachdem ich mich von der Zweckmässigkeit der darin vorgeschlagenen Methode, theils durch theoretische Untersuchungen, theils dadurch, daß ich nach derselben mehrere, während der genannten Weltumsegelung der Novara ange-

stellte, circummeridiane Höhenbeobachtungen berechnete, überzeugt hatte. Die dadurch gefundenen Resultate stimmten alle sehr nahe mit denjenigen, welche der Chef der Novara Herr Contre-Admiral v. Wüllerstorf, durch Berechnung derselben Beobachtungen nach Herrn Professor Littrow's Methode gefunden hatte. Die von mir vorgeschlagene Methode unterscheidet sich von Herrn Professor Hansteen's, so wie von Herrn Professor Littrow's Methode wesentlich darin, daß nicht wie bei diesen beiden Methoden die Differenz zwischen den beobachteten Circummeridianhöhen selbst, sondern die Differenzen zwischen der Culminationshöhe und jeder der Circummeridianhöhen in die Rechnung eingeführt werden.

Möge es mir erlaubt sein, hier ein Paar Äusserungen von competenten Männern über die, in meiner obengenannten Abhandlung dargestellte Methode zu citiren. Herr Professor C. Fearnley, Director der Sternwarte zu Christiania, hat in einem Brief von 8. Jän. 1865 sich gefälligst geäußert: „Es würde mir lieb sein, wenn unsere Seefahrer die von Ihnen vorgeschlagene Methode allmälig benutzen wollten“ und Herr Professor H. Mohn, Director des meteorologischen Instituts zu Christiania, sagt in einem Briefe vom 11. März 1865: „Diese Methode verdient ihrer vielen Vortheile wegen Anempfehlung“.

Diese ermunternden Äusserungen veranlaßten mich durch einen, in „Öfversigt af Kongl. Vetenskaps-Akademiens Förhandlingar“, 1865, p. 583—597, veröffentlichten Aufsatz zur Einführung der von mir vorgeschlagenen Methode in der nautischen Practik etwas beizutragen. Von diesem Aufsatz ist folgende Darstellung eine, durch verschiedene Zusätze und Bemerkungen erweiterte Bearbeitung.

Bezeichnet

φ die Breite des Beobachtungsortes,
δ die Deklination des Objectes im Culminationsmomente,
h_0 die Culminationshöhe,
h_1 h_2 zwei Circummeridianhöhen desselben Objectes,
u_1 u_2 die entsprechenden Uhrzeiten,
t_1 t_2 die entsprechenden Stundenwinkel,
i das reducirte Intervall zwischen den Beobachtungen,
τ den Stundenwinkel für den Mittelmoment, und setzt man

$\Delta h_1 = h_0 - h_1$
$\Delta h_2 = h_0 - h_2$
$\dfrac{\cos\varphi\cos\delta}{\sin(\varphi-\delta)} = p,$

so erhält man, wenn δ vorläufig als constant betrachtet wird, aus den bekannten Gleichungen

$$\sin h_1 = \sin\varphi\sin\delta + \cos\varphi\cos\delta\cos t_1$$
$$\sin h_2 = \sin\varphi\sin\delta + \cos\varphi\cos\delta\cos t_2$$

mit Hilfe des Taylor'schen Lehrsatzes und nachdem man diejenigen Glieder, welche die 6. und höheren Potenzen von $\sin\frac{1}{2}t_1$ und von $\sin\frac{1}{2}t_2$ enthalten, weggelassen,

$$\left\{\begin{aligned}\Delta h_1 &= p.\frac{2\sin^2\frac{1}{2}t_1}{\sin 1''} - p^2.\cot(\varphi-\delta)\frac{2\sin^4\frac{1}{2}t_1}{\sin 1''}\\ \Delta h_2 &= p.\frac{2\sin^2\frac{1}{2}t_2}{\sin 1''} - p^2.\cot(\varphi-\delta)\frac{2\sin^4\frac{1}{2}t_2}{\sin 1''}\end{aligned}\right\}\ ^{1)}$$

wo die Einheit der Δh_1 und Δh_2 eine Bogensecunde ist. Nimmt man nun eine Zeitsecunde als Einheit für t_1 und t_2, und setzt

$$\left\{\begin{aligned}\sin\tfrac{1}{2}t_1 &= \tfrac{15}{2}t_1\sin 1''\left(1-\tfrac{15^2}{24}t_1^2\sin^2 1''\right)\\ \sin\tfrac{1}{2}t_2 &= \tfrac{15}{2}t_2\sin 1''\left(1-\tfrac{15^2}{24}t_2^2\sin^2 1''\right)\end{aligned}\right\}$$

so erhält man, nach Ausziehung der Quadratwurzeln:

$$\left\{\begin{aligned}\pm\sqrt{\Delta h_1} &= \sqrt{\frac{2p}{\sin 1''}}\ .\ \tfrac{15}{2}t_1\sin 1''\left(1-\tfrac{15^2}{24}t_1^2\sin^2 1''\right)\\ &\qquad\times\left(1-\tfrac{15^2}{8}p\cot(\varphi-\delta)\,t_1^2\sin^2 1''\right)\\ \pm\sqrt{\Delta h_2} &= \sqrt{\frac{2p}{\sin 1''}}\ .\ \tfrac{15}{2}t_2\sin 1''\left(1-\tfrac{15^2}{24}t_2^2\sin^2 1''\right)\\ &\qquad\times\left(1-\tfrac{15^2}{8}p\cot(\varphi-\delta)\,t_2^2\sin^2 1''\right)\end{aligned}\right\}$$

---

1) Vorlesungen über Astronomie von J. J. Littrow, 1. Thl. p. 198 u. 49 sowie Erläuterungen zu J. J. Littrow's Vorlesungen über Astronomie, von C. L. v. Littrow, p. 96.

oder

$$\left.\begin{aligned}\pm\sqrt{\Delta h_1}&=\sqrt{\frac{2p}{\sin 1''}}\cdot\tfrac{15}{2}t_1\sin 1''\left(1-\tfrac{15^2}{8}\left(\tfrac{1}{3}+p\cot(\varphi-\delta)\right)t_1^2\sin^2 1''\right)\\ \pm\sqrt{\Delta h_2}&=\sqrt{\frac{2p}{\sin 1''}}\cdot\tfrac{15}{2}t_2\sin 1''\left(-1\,\tfrac{15^2}{8}\left(\tfrac{1}{3}+p\cot(\varphi-\delta)\right)t_2^2\sin^2 1''\right)\end{aligned}\right\}.$$

Setzt man weiter

$$\frac{15^2\sin^2 1''}{4}\left(\tfrac{1}{3}+p\cot(\varphi-\delta)\right)=n$$

und dividirt die Summe von $\pm\sqrt{\Delta h_1}$ und $\pm\sqrt{\Delta h_2}$, mit der Differenz

$$\frac{\pm\sqrt{\Delta h_2}\pm\sqrt{\Delta h_1}}{\pm\sqrt{\Delta h_2}\mp\sqrt{\Delta h_1}}=\frac{(t_2+t_1)\left(1-\frac{1}{2}n\,(t_2^2-t_1t_2+t_1^2)\right)}{(t_2-t_1)\left(1-\frac{1}{2}n\,(t_2^2+t_1t_2+t_1^2)\right)},$$

$$=\frac{t_2+t_1}{t_2-t_1}(1+nt_1t_2)$$

woraus

$$t_2+t_1=(t_2-t_1)\cdot\frac{\pm\sqrt{\Delta h_2}\pm\sqrt{\Delta h_1}}{\pm\sqrt{\Delta h_2}\mp\sqrt{\Delta h_1}}-nt_1t_2(t_1+t_2).$$

Weil nun der, dem Moment $\frac{1}{2}(u_2+u_1)$ entsprechende Stundenwinkel τ gleich $\frac{1}{2}(t_2+t_1)$, und die Differenz der Uhrzeiten u_2-u_1, (zu wahrer Zeit reducirt, wenn das beobachtete Object die Sonne ist, oder zu Sternzeit, wenn es ein Stern ist), das mit i bezeichnete Zeitintervall oder t_2-t_1 ist, so hat man

$$(1)\qquad \ldots\ldots\tau=i.\tfrac{1}{2}.\frac{\pm\sqrt{\Delta h_2}\pm\sqrt{\Delta h_1}}{\pm\sqrt{\Delta h_2}\mp\sqrt{\Delta h_1}}-n\tau t_1t_2$$

Überall nimmt man das obere Zeichen, wenn der Stundenwinkel der Beobachtung westlich, und das untere Zeichen, wenn der Stundenwinkel östlich ist.

Setzt man den Factor

$$\tfrac{1}{2}\cdot\frac{\pm\sqrt{\Delta h_2}\pm\sqrt{\Delta h_1}}{\pm\sqrt{\Delta h_2}\mp\sqrt{\Delta h_1}}=f$$

und das Correctionsglied

$$-n\tau t_1t_2=\Delta\tau,$$

so hat man ganz einfach:

$$\tau=if+\Delta\tau.$$

Folglich kann τ approximativ bestimmt werden, unabhängig von der Breite und der Declination, und ohne Hilfe der Logarithmen, nämlich blos dadurch, daß man das Zeitintervall i mit dem, entweder unmittelbar oder leichter durch Hilfe einer Tafel der Quadratwurzeln, nach dem ersten Glied in (1) berechneten Factor f, multiplicirt.

Um diese Methode noch leichter und zum nautischen Gebrauch mehr anwendbar zu machen, habe ich die beigefügte, lithographirte Tafel construirt, welche die Größe des, den beiden Höhendifferenzen $\Delta h_1 \Delta h_2$, wenn die erste westlich und die zweite östlich von Meridian gefunden ist, entsprechenden Factors f graphisch angibt.

So oft die Höhen nahe correspondirend sind, ist die Correction $\Delta\tau$ in nautischer Beziehung von so geringer Größe, daß sie vernachlässigt werden kann, und dies sogar, wenn die Höhen bedeutend ungleich sind, insofern diese zwischen gewissen, im Folgenden bestimmten Stundenwinkelgrenzen gemessen wurden.

Das folgende Beispiel veranschaulicht die practische Anwendung dieser Methode.

1857, Juni 22, wurden an Bord der kais. österreich. Fregatte Novara, die sich damals in der Nähe der Canarischen Inseln befand, in 30°50′ nördl. Breite und 23°6′ westl. Länge (von Greenwich), die folgenden Circummeridianhöhen des unteren Sonnenrandes gemessen. Die Höhe des Auges über der Meeresfläche war 26 Wiener Fuß. Der Indexfehler des Sextanten betrug +0′23″, und die Correction der Uhr gegen mittl. Greenw. Zeit —0ʰ54ᵐ5ˢ. Die Culminationshöhe des untern Sonnenrandes war 82°25′25″. Wegen Windstille keine Ostveränderung.

Nr.	u	h
1	2ʰ11ᵐ57ˢ	81°36′40″
2	13 20	44 30
3	17 15	82 2 30
4	18 47	8 20
5	24 30	23 10
6	27 1	25 10
7	39 59	81 58 40
8	40 27	57 20
9	41 13	52 50
10	41 51	49 20

Werden diese Beobachtungen paarweise mit einander combinirt, so erhält man die folgenden Resultate.

Comb.	if	Δτ	τ	ν
1—10	—1ᵐ 7ˢ9	—3ˢ3	—1ᵐ11ˢ2	+21ʰ31ᵐ54ˢ8
2— 9	—0 43·9	—1·8	—0 45·7	57·8
3— 8	+0 35·4	+0·7	+0 36·1	45·1
4— 7	+1 11·0	+1·8	+1 12·8	49·8
1— 7	—2 5·3	—5·5	—2 10·8	51·2
5— 9	+4 45·4	+3·1	+4 48·5	52·0
6—10	+6 16·7	+1·3	+6 18·0	52·0

Die Correction der Uhr gegen wahre Ortzeit wird also, im Mittel der vier ersten Combinationen (von nahezu correspondirenden Höhen) = 21ʰ31ᵐ51ˢ9, und aus den drei letzten (von bedeutend ungleichen Höhen), ebenso im Mittel = 21ʰ31ᵐ51ˢ8. Herr Professor Littrow hat aus den vier ersten Combinationen $\nu = 21^h 31^m 51^s$, und aus den drei letzten, $\nu = 21^h 31^m 52^s$, nach der Formel

$$\sin\frac{s+s'}{2} = \frac{\sin\frac{1}{2}(z'-z)}{\sin\frac{1}{2}(s'-s)} \cdot \frac{\sin\frac{1}{2}(z'+z)}{\sin p \cos\varphi}$$

hergeleitet, wo z und z' zwei combinirte Zenithdistanzen, s und s' die entsprechenden Stundenwinkel, p die Poldistanz des beobachteten Objectes und φ die Breite des Beobachtungsortes bezeichnet.

Ist die Declination nicht constant, so findet man leicht die der Declinationsänderung entsprechende Änderung des Stundenwinkels τ durch Differentiation der Gleichungen

$$\sin h_1 = \sin\varphi \sin\delta + \cos\varphi \cos\delta \cos t_1$$
$$\sin h_2 = \sin\varphi \sin\delta + \cos\varphi \cos\delta \cos t_2,$$

wenn δ t_1 und t_2 als Variable betrachtet werden. Man erhält nämlich, wenn die Änderung der Declination in einer Zeitsecunde gleich $d\delta$ gesetzt wird:

$$\left.\begin{aligned} dt_1 &= \left(\frac{\operatorname{tang}\varphi}{\sin t_1} - \frac{\operatorname{tang}\delta}{\operatorname{tang} t_1}\right) \cdot \frac{t_1}{15} \cdot d\delta \\ dt_2 &= \left(\frac{\operatorname{tang}\varphi}{\sin t_2} - \frac{\operatorname{tang}\delta}{\operatorname{tang} t_2}\right) \cdot \frac{t_2}{15} \cdot d\delta \end{aligned}\right\},$$

oder

$$\left\{\begin{aligned} dt_1 &= \left(\frac{\operatorname{tang}\varphi}{1-\frac{1}{6}t_1^2\sin^2 1''} - \frac{\operatorname{tang}\delta}{1+\frac{1}{3}t_1^2\sin^2 1''}\right)\cdot\frac{d\delta}{15^2.\sin 1''} \\ dt_2 &= \left(\frac{\operatorname{tang}\varphi}{1-\frac{1}{6}t_2^2\sin^2 1''} - \frac{\operatorname{tang}\delta}{1+\frac{1}{3}t_2^2\sin^2 1''}\right)\cdot\frac{d\delta}{15^2\sin 1''} \end{aligned}\right\},$$

oder

$$\left\{\begin{aligned} dt_1 &= \left(\operatorname{tang}\varphi - \operatorname{tang}\delta + \tfrac{1}{6}(\operatorname{tang}\varphi + 2\operatorname{tang}\delta)\, t_1^2 \sin^2 1''\right).\frac{d\delta}{15^2\sin 1''} \\ dt_2 &= \left(\operatorname{tang}\varphi - \operatorname{tang}\delta + \tfrac{1}{6}(\operatorname{tang}\varphi + 2\operatorname{tang}\delta)\, t_2^2 \sin^2 1''\right).\frac{d\delta}{15^2\sin 1''} \end{aligned}\right\},$$

folglich

$$d\tau = \tfrac{1}{2}(dt_1 + dt_2) = \frac{d\delta}{15^2\sin 1''.\,p} + (\operatorname{tang}\varphi + 2\operatorname{tang}\delta)(t_1^2 + t_2^2)\frac{d\delta\sin 1''}{12.15^2}. \quad (2)$$

In nautischer Beziehung ist das erste Glied in (2) stets hinreichend genau, weil, sogar wenn die Breite $= 60^\circ$, und $t_1 = -2^h$, $t_2 = +2^h$ das Maximum des zweiten Gliedes kleiner als 1^s ist.

In den astronomischen und nautischen Ephemeriden findet man die Declinationsänderung in einer Stunde angegeben. Setzt man diese Änderung $= \Delta\delta$, so hat man zufolge des ersten Gliedes in (2) sehr nahe

$$d\tau = \frac{206265}{15^2.3600}(\operatorname{tang}\varphi - \operatorname{tang}\delta).\Delta\delta$$

oder

$$d\tau = 0{\cdot}2546\,(\operatorname{tang}\varphi - \operatorname{tang}\delta)\,\Delta\delta\;^{1)}.$$

Die folgende kleine Tafel gibt die Grösse des Faktors $0\cdot2546$ $(\operatorname{tang}\varphi - \operatorname{tang}\delta)$, für jeden zehnten Grad der Breite und jeden zehnten Grad der Declination.

φ	δ				
	±20°	±10°	0°	∓10°	∓20°
0°	−0·093	−0·045	*	+0·045	+0·093
±10	−0·048	*	+0·045	+0·090	+0·138
20	*	+0·048	+0·093	+0·138	+0·185
30	+0·054	+0·102	+0·147	+0·192	+0·240
40	+0·121	+0·169	+0·214	+0·259	+0·307
50	+0·211	+0·259	+0·304	+0·348	+0·396
60	+0·348	+0·396	+0·441	+0·486	+0·534

1) Dies erste Glied in (2) ist zugleich ein approximirender Ausdruck sowohl für die Stundenwinkel der Sonne in dem Culminationsmoment, als für die sogenannte „Mittagscorrection“ (mit dem entgegengesetzten Vorzeichen), bei Zeitbestimmungen durch correspondirende Sonnenhöhen. (Vergl. Lehrbuch der sphärischen Astronomie von Dr. F. Brünnow, p. 262, Anm. 2.)

Die Correction wegen Änderung der Declination der Sonne darf, wenigstens in höheren Breiten nicht vernachläßigt werden, weil diese Correction, wenn z. B. $\varphi = \pm 50^\circ$, $\delta = \mp 6^\circ$, etwa 19 Secunden, und wenn $\varphi = \pm 60^\circ$, $\delta = \mp 6^\circ$, etwa 27 Secunden beträgt.

Wenn die Declination des Objectes veränderlich ist, und der Stundenwinkel τ genau gefunden werden soll, so kann die Rechnung nach den folgenden leicht herzuleitenden Formeln, gleichfalls unabhängig von einer genauen Kenntniß der Breite geführt werden.

$$(3) \quad \ldots\ldots \quad h_0 = h_m - \frac{(d\delta)^2}{2.15^2 \sin 1''.p}$$

$$(4) \quad \tan^2\psi = \frac{\cos\frac{1}{2}(h_0+h_1-\Delta\delta_1)\sin\frac{1}{2}(\Delta h_1-\Delta\delta_1)\cos\delta_2}{\cos\frac{1}{2}(h_0+h_2+\Delta\delta_2)\sin\frac{1}{2}(\Delta h_2+\Delta\delta_2)\cos\delta_1}$$

$$5) \quad \ldots\ldots \quad \tan\tfrac{1}{2}\tau = \tan\tfrac{1}{4}i \tan(45^\circ-\psi)$$

$$\left(\log . \frac{1}{2.15^2 . \sin 1''} = 2.66121\right),$$

wo $\delta_1 \delta_2$ die Declinationen bei der ersten und zweiten Beobachtung, $\Delta\delta_1 = \delta_0 - \delta_1$, $\Delta\delta_2 = \delta_2 - \delta_0$, h_m die Maximumhöhe des Objectes und h_0 gleich der Meridianhöhe, oder der Culminationshöhe vermindert durch die Reduction $\frac{(d\delta)^2}{2.15^2 \sin 1''.p}$. Diese Reduction kann, wenn das beobachtete Object die Sonne ist, in allen nautischen Fällen ihrer Kleinheit wegen vernachlässigt werden [1]).

Wenn man mit den Sternzeiten $\Theta_1^* \Theta_2^*$ und der Rectascension α am Mittelmoment rechnet, so wird man, natürlicherweise, für i, $(\Theta_2^* - \Theta_1^* - \Delta\alpha$ setzen, wo $\Delta\alpha$ die in dem Zeitintervalle zwischen den

---

[1]) Ich benütze diese Gelegenheit zu der Bemerkung, daß diese Methode auch zu Längenbestimmungen durch circummeridiane Mondshöhen, nach den drei Formeln (3), (4) und (5), mit Vortheil angewendet werden kann. Hiebei darf es nicht unerwähnt bleiben, daß man nur zur Zeit des Neumondes Höhen von denselben Rand des Mondes auf entgegengesetzten Seiten des Meridian messen kann, indem, wenn auf der östlichen Seite der obere Mondrand erleuchtet ist, auf der westlichen der untere es sein wird, und man also nothwendig einmal den oberen, einmal den unteren Rand beobachten muß. Es ist wohl überflüssig daran zu erinnern, daß um eine gute Längenbestimmung zur See durch solche Beobachtungen zu erhalten, die Mondshöhen h_1, h_m, h_2 so genau als möglich gemessen, corrigirt und auf den Horizont von h_0 reducirt werden müssen.

Beobachtungen stattgefundene Veränderung der Rectascension bezeichnet. Man findet dann $\alpha = \frac{1}{2}(\Theta_2' + \Theta_1') - \tau$.

Hat man, auf beiden Seiten des Meridians, mehrere Höhen gemessen, so kann man, anstatt die verschiedenen Combinationen, jede besonders, zu berechnen, viel einfacher durch die folgende Verfahrungsweise τ finden. Man nimmt das arithmetische Mittel $\frac{\Sigma h_1}{N}$ von allen auf der östlichen Seite des Meridians gemessenen Höhen, sowie das arithmetische Mittel $\frac{\Sigma u_1}{N}$ der entsprechenden Uhrzeiten und die successiven Differenzen Δu_1 zwischen der letzteren Mittelzahl und einer jeden Uhrzeit. Das arithmetische Mittel der Höhen wird dann reducirt auf diejenige Höhe H_1, welche dem arithmetischen Mittel der Uhrzeiten näherungsweise entspricht, nach der Formel

$$H_1 = \frac{\Sigma h_1}{N} + \frac{15^2 \sin 1'' p}{2} \cdot \frac{\Sigma(\Delta u^2)}{N} \quad \ldots \quad (6).$$

Ebenso verfährt man, um H_2 zu finden, mit den, auf der westlichen Seite des Meridians gemessenen Höhen, wonach der, der Combination von H_1 und H_2 entsprechende Stundenwinkel τ wie vorher gefunden wird. Weil die Formel (6) sich offenbar auf die blos näherungsweise richtige Annahme, daß die Reductionen von Circummeridianhöhen auf die entsprechende Meridianhöhe sich wie die Quadrate der resp. Stundenwinkel verhalten, gründet, so darf man diese Verfahrungsweise nur dann anwenden, wenn die sämmtlichen Höhen in der Nähe des Meridians, folglich mit kleinen Zwischenzeiten gemessen sind.

Weil die Genauigkeit des Resultates wesentlich von der Genauigkeit der beiden Höhendifferenzen $\Delta h_1 \Delta h_2$ abhängig ist, wird es nothwendig, wenn das Schiff, wie es am öftersten der Fall ist, seinen Ort zwischen den Beobachtungen geändert hat, die Höhen auf den Horizont desjenigen Ortes, wo das Schiff in dem Moment, wann das Object im Meridian stand, sich befand, zu reduciren. Hierzu wird erfordert, daß man bei der Beobachtung jeder einzelnen Circummeridianhöhe auch eine Compaßpeilung für das Centrum des Objectes beobachtet. Bezeichnet dann v_1 den Unterschied zwischen der Peilung p_1 und dem gesegelten Kurse bei einer auf der östlichen Seite des Meridians angestellten Höhenbeobachtung, d_1 die gesegelte

Distanz in dem Zeitraume t_1, v_2 den Unterschied zwischen der Peilung p_2 und dem gesegelten Kurs bei einer auf der westlichen Seite des Meridians angestellten Höhenbeobachtung, d_2 die gesegelte Distanz in dem Zeitraum t_2, r_1 die Reduction der östlichen Höhe und r_2 die Reduction der westlichen Höhe auf den Horizont der Meridianhöhe, so ist:

$$(7) \quad \ldots \quad \begin{Bmatrix} r_1 = d_1 \cos v_1 - \frac{1}{2} d_1^2 \sin 1'' \operatorname{tang} h_1 \sin^2 v_1 \\ r_2 = - d_2 \cos v_2 + \frac{1}{2} d_2^2 \sin 1'' \operatorname{tang} h_2 \sin^2 v_2 \end{Bmatrix}$$

in welchen Ausdrücken das erste Glied stets hinreichend genau ist, weil das zweite Glied, wenn z. B. $v = 90°$, $h = 89°$, und wenn das Schiff 10 Minuten in der Stunde gesegelt hat, doch nicht 1″ ausmacht. So oft das Schiff, zwischen den Sonnenbeobachtungen, nahe an einem rechtweisenden östlichen oder westlichen Kurse gesegelt hat, kann man diese Höhenreductionen vernachlässigen, und sie können natürlich dadurch ganz vermieden werden, daß man zwischen den Beobachtungen das Schiff stille legt. Hat das Schiff zwischen den Beobachtungen einen anderen Kurs als rechtweisend Ost oder West gesegelt, so kann, besonders wenn die Fahrt groß und der Kurs nördlich oder südlich war, eine Vernachlässigung dieser Höhenreductionen bedeutende Fehler im Resultat hervorbringen.

Die Mißweisung des Kompasses D findet man leicht aus den Peilungen p_1 und p_2 (beide abgelesen von dem Südpunkte des Kompasses nach West), nach der Approximationsformel:

$$(8) \quad \ldots\ldots \quad D = \tfrac{1}{2}(p_2 + p_1) - f(p_2 - p_1),$$

wo das zweite Glied das Azimuth des Objectes im Mittelmoment $\frac{1}{2}(u_2 + u_1)$ ist.

Diese Formel, die eine nordwestliche oder nordöstliche Mißweisung des Kompasses angibt, je nachdem D positiv oder negativ, gründet sich offenbar auf der, in nautischer Beziehung, stets hinreichend genauen Approximation, daß die Azimuthänderungen eines Objectes, in der Nähe des Meridians, proportional sind mit denjenigen Zeitintervallen, in welchen sie stattgefunden haben.

Das zweite Glied in (1) wird leicht transformirt in

$$\Delta\tau = -nf(f-\tfrac{1}{2})(f+\tfrac{1}{2}).i^3,$$

aus welcher Gleichung hervorgeht, daß, wenn die beiden Stundenwinkel auf entgegengesetzten Seiten des Meridians liegen und i als constant angesehen wird, $\Delta\tau$ ein Maximum erreicht, sobald

$$f = \pm\sqrt{\tfrac{1}{12}} = \pm\,0\cdot2887\ldots$$

Das Verhältniß zwischen den Stundenwinkeln kann im Allgemeinen durch

$$\frac{t_1}{t_2} = \frac{f-\frac{1}{2}}{f+\frac{1}{2}}$$

ausgedrückt werden. Folglich ist, wenn Max. $\Delta\tau$ eintrifft,

$$t_2 = t_1.\frac{\sqrt{\frac{1}{12}}+\frac{1}{2}}{\sqrt{\frac{1}{12}}-\frac{1}{2}} = -3\cdot732\ldots t_1.$$

Mithin trifft Max. $\Delta\tau$ für eine bestimmte Größe von i und von n ein, so oft der eine der beiden Stundenwinkel etwa $-3^3/_4$mal größer als der andere ist. Die Größe dieses Maximums ist

$$\text{Max}_1\Delta\tau = \frac{n}{12\sqrt{3}}.i^3.$$

Nimmt man nun eine gewisse Fehlergrenze für das erste Glied in (1) an, z. B. 10 Zeitsecunden (was einem Fehler in der Länge von blos $2^1/_2$ Minuten entspricht), so findet man den entsprechenden Grenzwerth von $i = \lim i$, aus der Gleichung

$$\frac{n}{12\sqrt{3}}.(\lim i)^3 = \pm 10^s,$$

woraus

$$\lim i = \pm\sqrt[3]{\frac{120\sqrt{3}}{n}}.$$

Folglich sind, wenn Max. $\Delta\tau$ eintrifft, t_1 und t_2 resp.

$$\lim t_1 = \left(\sqrt{\tfrac{1}{12}}-\tfrac{1}{2}\right).\sqrt[3]{\frac{120.\sqrt{3}}{n}} = \mp 1\cdot252.\sqrt[3]{\frac{1}{n}}$$

$$\lim t_2 = \left(\sqrt{\tfrac{1}{12}}+\tfrac{1}{2}\right).\sqrt[3]{\frac{120.\sqrt{3}}{n}} = \pm 4\cdot672.\sqrt[3]{\frac{1}{n}}.$$

Hieraus folgt, daß $\Delta\tau < 10^s$, so oft t_1 und t_2 zwischen $\lim t_1$ und $\lim t_2$ genommen werden, und so, daß $t_1 + t_2 < \lim t_1 + \lim t_2$. Nimmt man t_1 und t_2 zwischen $\lim t_1$ und $\lim t_2$, aber so, daß $t_1 + t_2 > \lim t_1 + \lim t_2$, so kann doch $\Delta\tau$ nicht $\frac{1}{8}n\,(\lim t_2)^3$ oder

12'75 übersteigen. Folglich ist lim t_2 eine gemeinschaftliche Grenze für die Stundenwinkel t_1 und t_2, so oft dieselben, mit einem arbiträren Verhältniß, auf entgegengesetzten Seiten des Meridians genommen werden, und man einen größeren Fehler in τ als $12^3/_4$' vermeiden will, aus welchem Fehler, vorausgesetzt daß die Höhendifferenzen Δh_1 und Δh_2 genau sind, ein Fehler von blos 3·2 Bogenminuten in der Länge entsteht.

Für eine bestimmte Größe von n und eine bestimmte Größe von t_2 hat $\Delta\tau$ ein Maximum, wenn $t_1 = -\frac{1}{2}t_2$. Die Größe dieses Maximums ist

$$\text{Max}_2\Delta\tau = \tfrac{1}{8}nt_2^3.$$

Construirt man die, für n und t_2 als Constanten geltenden, gegebenen Größen von t_1 als Abscissen entsprechenden Größen von $\Delta\tau$ als Ordinaten, so wird durch diese eine Parabel bestimmt, welche die x-Axe, da wo $\Delta\tau = o$, $t_1 = o$ und $t_1 = -t_2$ durchschneidet, folglich wenn $\Delta h_1 = \Delta h_2$ oder $h_1 = h_2$ (correspondirende Höhen). Die Parabel erreicht den Vertex ($\Delta\tau = \frac{1}{8}nt_2^3$), wenn $t_1 = -\frac{1}{2}t_2$.

Combinirt man also einen Stundenwinkel t_2 mit irgend einem kleineren Stundenwinkel auf der entgegengesetzten Seite des Meridians, so wird $\Delta\tau$ nimmer größer als $\pm\frac{1}{8}nt_2^3$. Nimmt man auch nun lim $\Delta\tau = \pm 10$' an, und bezeichnet mit $[t]$ denjenigen größten Stundenwinkel, der, mit jedwedem kleineren Stundenwinkel combinirt, $\Delta\tau$ höchstens $= \pm 10$' macht, so hat man

$$\tfrac{1}{8}n[t]^3 = \pm 10',$$

woraus

$$[t] = \pm\sqrt[3]{\frac{80}{n}}.$$

Folglich ist $[t]$ eine gemeinschaftliche Grenze für die Stundenwinkel t_1 und t_2, so oft diese, mit einem arbiträren Verhältniß, auf entgegengesetzten Seiten des Meridians genommen werden sollen, und man einen größeren Fehler in τ als ± 10' vermeiden will.

Ist nämlich:

$$\begin{array}{llll}
-t_1 = t_2 & \text{und } -t_1 t_2 \gtreqless [t], & \text{so wird } \Delta\tau = & 0' \\
-t_1 > t_2 & \text{,, } -t_1 < [t] & \text{,, ,, } \Delta\tau < & -10' \\
-t_1 = \frac{1}{2}t_2 & \text{,, } t_2 = [t] & \text{,, ,, } \Delta\tau = & +10' \\
-t_1 = 2t_2 & \text{,, } -t_1 = [t] & \text{,, ,, } \Delta\tau = & -10' \\
-t_1 \lesseqgtr \frac{1}{2}t_2 & \text{,, } -t_1 t_2 < [t] & \text{,, ,, } \Delta\tau < & +10' \\
-t_1 \lesseqgtr 2t_2 & \text{,, } -t_1 t_2 < [t] & \text{,, ,, } \Delta\tau < & -10'.
\end{array}$$

Die folgende Tafel ist ein kurzer Auszug von einer größeren Tafel, die diejenigen Werthe von $[t]$ in Zeitminuten gibt, welche ungleichen Werthen von φ und δ entsprechen.

φ	δ				
	$\pm 20°$	$\pm 10°$	$0°$	$\mp 10°$	$\mp 20°$
0°	32ᵐ9	20ᵐ5	*	20ᵐ5	32ᵐ9
±10	20·9	*	20ᵐ5	32·5	42·9
20	*	20·9	32·9	42·9	52·2
30	21·8	33·9	43·8	52·7	61·1
40	35·8	45·6	54·2	62·3	70·1
50	48·7	57·1	64·6	71·8	79·0
60	61·5	67·9	74·9	81·1	87·5

Diejenigen Werthe von t_2, welche $\Delta\tau = \pm 10^s$ machen, wenn t_1 und n gegebene Werthe haben, findet man aus der Gleichung

$$n(t_2^2 t_1 + t_1^2 t_2) = \pm 10^s,$$

die

$$t_2 = -\tfrac{1}{2} t_1 \left(1 \mp \sqrt{1 \pm \frac{80}{n t_1^3}}\right)$$

gibt, oder weil $[t]^3 = \frac{80}{n}$,

$$t_2 = -\tfrac{1}{2} t_1 \left(1 \mp \sqrt{1 \pm \frac{[t]^3}{t_1^3}}\right).$$

Mit dem gegebenen Stundenwinkel t_1 können also folgende vier Werthe des Stundenwinkels t_2 combinirt werden, und bei jeder dieser Combinationen wird $\Delta\tau = \pm 10^s$.

$${}_1t_2 = -\tfrac{1}{2} t_1 \left(1 + \sqrt{1 - \frac{[t]^3}{t_1^3}}\right) \ldots t_2 > -t_1, \tfrac{1}{2} t_2 < -t_1 . \Delta\tau = +10^s$$

$${}_2t_2 = -\tfrac{1}{2} t_1 \left(1 + \sqrt{1 + \frac{[t]^3}{t_1^3}}\right) \ldots t_2 < -t_1 \ldots\ldots\ldots \Delta\tau = -10^s$$

$${}_3t_2 = -\tfrac{1}{2} t_1 \left(1 - \sqrt{1 - \frac{[t]^3}{t_1^3}}\right) \ldots \tfrac{1}{2} t_2 > -t_1 \ldots\ldots\ldots \Delta\tau = +10^s$$

$${}_4t_2 = -\tfrac{1}{2} t_1 \left(1 - \sqrt{1 + \frac{[t]^3}{t_1^3}}\right) \ldots \begin{Bmatrix} t_1 t_2 \text{ beide positiv} \ldots \Delta\tau = -10^s \\ t_1 t_2 \text{ beide negativ} \ldots \Delta\tau = +10^s \end{Bmatrix}.$$

Diejenigen Werthe von t_2, welche $\Delta\tau < 10^s$ machen, befinden sich zwischen t_2 und $-t_1$, zwischen ${}_2t_2$ und $-t_1$, zwischen ${}_3t_2$ und 0, und zwischen ${}_4t_2$ und 0.

Einen in den meisten Fällen hinreichend approximirenden Werth von der Correction $\Delta\tau$, in Zeitsecunden findet man leicht, sei es nun daß man die Grenze $[t]$ überschritten hat oder nicht, nach der Formel

$$(9) \quad \ldots\ldots\ldots \quad \Delta\tau = -\frac{80\tau t_1 t_2}{[t]^3},$$

welcher Werth um so mehr approximirend ist, je näher correspondirend die Höhen $h_1 h_2$ sind.

Ist, z. B. $\varphi = 60^\circ$, $\delta = 0^\circ$, $i = 3^h$, $\Delta h_1 = 1^\circ 58' 32''4$ und $\Delta h_2 = 3^\circ 3' 13''6$, so findet man:

$$\begin{aligned}
\tau &= if + \Delta\tau = 0^h\ 9^m 45^s 4 + 0^m 14^s 8 = \quad 0^h 10^m\ 0^s 2 \\
t_1 &= \tau - \tfrac{1}{2}i = 0\ 10\ \ 0{\cdot}2 - 1^h 30^m 0^s = -1\ 19\ 59{\cdot}8 \\
t_2 &= \tau + \tfrac{1}{2}i = 0\ 10\ \ 0{\cdot}2 + 1\ 30\ 0\ = +1\ 40\ \ 0{\cdot}2
\end{aligned}$$

Die richtigen Werthen sind:

$$\begin{aligned}
\tau &= \quad 0^h 10^m 0^s \\
t_1 &= -1\ 20\ 0 \\
t_2 &= +1\ 40\ 0
\end{aligned}$$

Differentiirt man die Gleichung (1), mit Rücksicht auf Δh_1 und Δh_2 als Variable, so erhält man nach ein paar Reductionen:

$$(10) \quad . \ . \quad d\tau = \frac{\operatorname{tang}\varphi - \operatorname{tang}\delta}{15^2 . \sin 1'' . i}\left(\frac{t_2}{t_1} . d\Delta h_1 - \frac{t_1}{t_2} . d\Delta h_2\right).$$

Aus (10) folgt, dass Fehler in den Höhendifferenzen einen um so kleinern Einfluß auf das Resultat haben, je näher φ und δ einander gleich sind, oder mit andern Worten, je kleiner die Meridianzenithdistanz ist, sowie daß dieser Einfluß numerisch nicht größer, wenn die Breite z. B. 60° und die Declination 20° ist, als wenn die Breite 20° und die Declination 60° ist, daß er kleiner ist, wenn die Beobachtungen auf entgegengesetzten als auf derselben Seite des Meridians angestellt sind, daß er kleiner ist, wenn die Höhendifferenzen entweder beide zu groß oder beide zu klein sind, als wenn die eine zu groß und die andere zu klein ist, und endlich daß er um so kleiner ist, je größer das Intervall ist und je näher correspondirend die Höhen sind.

Ganz einfach findet man näherungsweise diejenige Größe von $d\tau$, die einem gegebenen Fehler in der Differenz der Höhen $d(h_1-h_2)$ entspricht, wenn man sich erinnert, daß der ganze Betrag von (h_1-h_2) dem ganzen Betrage von τ entspricht, wonach also:

$$d\tau = \frac{\tau}{h_1-h_2}(dh_1-dh_2) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (11).$$

Sind die Beobachtungen unter ungünstigen Umständen angestellt worden, indem z. B. entweder der Horizont oder der Sonnenrand oder beide undeutlich gewesen, oder eine Veränderung in der terrestrischen Refraction zwischen den Beobachtungen stattgefunden hat, oder die Augeshöhe über der Meeresfläche und folglich die Depression des Horizontes sich verändert hat, so sind wahrscheinlich die gemessenen Höhen und also auch deren Differenzen nicht unbedeutend fehlerhaft. Es ist besonders unter solchen Umständen, daß die eine Höhendifferenz bedeutend zu groß, während die andere bedeutend zu klein erhalten wird, und diese Fehler können, ohne Zweifel nicht unbedeutenden Einfluß auf das Resultat ausüben. Daß jedoch die Methode auch da und sogar auf einer so hohen Breite als der von 60° anwendbar ist, sowie daß die danach gefundenen Resultate denen nach der Besteckrechnung vorzuziehen sind, insofern die Fehler in den Höhendifferenzen nicht allzugroß, und die Stundenwinkel nicht allzu ungleich sind, wird daraus hervorgehen, daß wenn z. B. $\varphi = 60^\circ$, $\delta = 0^\circ$, $d\Delta h_1 = \pm 1'$, $d\Delta h_2 = \mp 1'$, $t_1 = -1^h 20^m$, $t_2 = +1^h 40^m$, der Fehler $d\tau$ (vorausgesetzt, daß man den approximativen Werth $i f$ mit der Correction $\Delta\tau$, die in diesem Fall $+14'8$ beträgt, gerechnet hat), nicht größer als $18'4$. Der hierdurch verursachte Fehler von $4'6$ in der Länge dürfte nicht solche Gefahr in der nautischen Praxis herbeiführen können, wie jene, die mit den oft viel größeren Fehlern in der Besteckrechnung verbunden ist.

Mit Rücksicht darauf, daß die Veränderung der Höhe desto langsamer ist je näher sie der Culmination liegt, darf keine der Höhen h_1 und h_2 näher dem Meridian gemessen werden, als daß man den Moment der Coïncidenz des reflectirten Objectbildes mit dem Horizont hinreichend genau bestimmen kann. Diese obere Grenze (t) der Stundenwinkel dürfte man für Sextantenbeobachtungen zur See zu

$$(t) = \frac{\tan\varphi - \tan\delta}{60 \,.\, 15^2 \,.\, \sin 1''} = \frac{15^m 28}{p} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (12)$$

also da annehmen, wo die Höhe in einer Zeitminute sich um eine Bogenminute ändert. Die folgende kleine Tafel gibt, in Minuten, diese obere Stundenwinkelgrenze (t), für jeden zehnten Grad von φ und δ.

φ	δ				
	±20°	±10°	0°	∓10°	∓20°
0°	5m6	2m7	*	2m7	5m6
±10	2·7	*	2m7	5·4	8·3
20	*	2·9	5·6	8·3	11·1
30	3·3	6·1	8·8	11·5	14·4
40	7·3	10·1	12·8	15·5	18·4
50	12·7	15·5	18·2	20·9	23·8
60	20·9	23·8	26·6	29·2	32·0

Je mehr φ und δ sich einander nähern, desto mehr nähern sich die beiden Grenzen $[t]$ und (t) sowohl einander als 0, und werden zuletzt jede gleich 0.

Aus (1) folgt deutlich, daß, wenn ein Fehler di im Intervall, entweder durch die Langsamkeit der Höhenänderung oder durch irgend eine andere Ursache entstanden ist, dadurch ein Fehler in τ, gleich fdi, verursacht wird, welcher also um so kleiner ist, je näher correspondirend die Höhen sind.

Aus der vorhergehenden Discussion folgt, daß man stets ein hinreichend genaues Resultat erhält, sobald man nicht unterlassen hat die Höhen auf denselben Horizont zu reduciren, — wenn man, im Winter und auf hohen Breiten, statt der Sonne einen von den größeren und höher über dem Horizont culminirenden Sternen oder Planeten beobachtet hat, — wenn man, die Correction $\Delta\tau$ unberücksichtigt gelassen, nicht die für die Stundenwinkel gemeinschaftliche Grenze $[t]$ überschritten hat, und endlich wenn die Höhen, bei ungünstigen Umständen, so nahe als möglich correspondirend und bei 2 bis 3mal größerem Zeitabstande von der Culmination als (t) gemessen sind.

Daß die Anwendung dieser Methode nicht blos zur See, für die Seefahrer, sondern auch am Lande, und dann besonders für reisende Astronomen und Geographen nützlich und vortheilhaft werden kann, ist um so augenscheinlicher, als die Bedingungen, um hinreichend gute Höhenbeobachtuugen vornehmen zu können, wie bekannt, im Allgemeinen am Lande leichter als zur See erfüllt werden.

Durch die Anwendung dieser Methode zur See erhält man, binnen einer verhältnißmäßig kurzen Zeit alles, was man nicht allein zur Orientirung des Schiffes, sondern auch zur Zeit- und Kursregulirung nöthig hat, nämlich: die Breite (aus h_0) und die Länge des Schiffes, beide geltend für den Mittag, also gerade für denjenigen Moment, in welchem man von diesen Bestimmungen am liebsten Gebrauch macht, so wie die wahre Zeit am Bord und die Mißweisung des Compasses. Die übrigen Vortheile, welche mit der Anwendung dieser Methode verbunden, sind wesentlich die folgenden: 1. Man braucht zu der Berechnung der Länge blos etwa 4 oder 5 Minuten, wobei alles Umblättern in Logarithmentafeln vermieden, und das Resultat also viel kürzer und leichter als nach irgend einer anderen Methode gefunden wird. 2. Die Längenbestimmung wird gleichwohl stets hinreichend genau. 3. Die Bestimmung der Länge nach dieser Methode ist unabhängig sowohl von der Breite des Schiffes, als von der Declination des beobachteten Objectes. 4. Dieselbe ist ferner unabhängig von den absoluten Größen der. Höhen. 5. Man hat nicht nöthig die gemessenen Höhen weder um den Indexfehler des Instrumentes noch um die Depression des Horizontes, die Parallaxe oder den Halbmesser zu corrigiren, weil die zwei ersten von diesen Correctionen völlig gleich, und die zwei letzten heinahe gleich sind, wenn auch die beobachteten Höhen beträchtlich von einander abweichen; ja selbst nicht um die Refraction braucht man die gemessenen Höhen zu verbessern, insofern diese nicht so niedrig und von so ungleicher Größe sind, daß man Rücksicht nehmen muß auf die Ungleichheit derjenigen Refractionen, die bei den respectiven Beobachtungen stattgefunden haben. Zu Gunsten der Methode spricht noch der wohlbekannte Umstand, daß klares Wetter öfter am Mittag eintritt, als am Vor- oder Nachmittag zu der Zeit, wenn die Sonne sich in der Nähe des ersten Verticals befindet, und ferner daß Längenbestimmungen durch Morgen- oder Abendbeobachtungen mit Hilfe der oft unsicheren oder sogar bedeutend fehlerhaften Bestecksbestim-

mungen, durch besondere Rechnungen zu dem Mittagsmoment reducirt werden müssen. Endlich dürfte es ein nicht geringer Vortheil sein, daß, wenn eine Längenbestimmung aus Morgenbeobachtungen durch Wolken verunglückt, und wenn diese widrigen Umstände später am Vormittag aufhören, was sehr oft der Fall ist, diese Methode ein Mittel übrig läßt, um die Länge des Schiffes zu bestimmen. Der Schiffsführer wird es sich selbst zuzuschreiben haben, wenn er diese Gelegenheit zu einer Längenbestimmung in der Hoffnung Abends in der Nähe des Ersten Verticales beobachten zu können nicht benützt und dann, vielleicht neuerdings durch trübes Wetter verhindert, einer sicheren Länge ganz verlustig geht. „Die Zeit hat Haare über der Stirn, ist aber auf dem Hinterhaupt kahl“, sagt der gute Phädrus.

Ich könnte die näheren Umstände eines traurigen Schiffbruches anführen, welcher dadurch verursacht ward, daß das Schiff, während an vielen vorhergehenden Tagen, zu Folge schlechten Wetters und Wolken keine Beobachtungen vorgenommen werden konnten, von Wind und Strom sehr versetzt wurde und endlich eines Nachmittags in der Nähe einer gefährlichen, durch Nebel unsichtbar gewordenen Küste sich befand, wo es, in den späten Abendstunden, zu Grunde ging. Diesen Schiffbruch hätte der Schiffsführer gewiß vermeiden können, wenn er nicht die gute Gelegenheit zu einer Bestimmung der Länge an dem letzten klaren Mittage versäumt hätte. — Dagegen könnte ich auch eine nicht geringe Anzahl von Seeleuten nennen, die auf ihren Reisen in den letzten Jahren diese Methode mit Vortheil oft benutzt haben und auch fernerhin, nicht allein gelegentlich oder wie eine Nothhilfe, sondern regelmäßig und überhaupt insoweit das Wetter es erlaubt, täglich benutzen wollen.

Ungeachtet aller oben genannten Vortheile dieser Methode bin ich natürlicherweise fern von der Meinung, daß dieselbe allein hinreichend wäre, um die durch die Besteckrechnung gefundenen fehlerhaften Positionen des Schiffes zu berichtigen. Die alte vorzügliche Methode durch Höhenbeobachtungen in der Nähe des Ersten Verticals dieses zu bewerkstelligen wird nimmer veralten. Stets muß dieselbe als ganz unentbehrlich gewürdigt werden. Niemals kann irgend eine andere Methode jene ersetzen oder verdrängen, schon aus dem triftigen Grunde, daß der Seemann seine Beobachtungen vornehmen muß, wenn er sie irgend bewerkstelligen kann. Während jeder Seereise, sei es auf dem offenen Meere oder in der Nähe einer Küste, sei

es am Tag oder in der Nacht, am frühen Morgen oder in den späten Abendstunden, im Moment wenn die Sonne am höchsten über oder am niedrigsten unter dem Horizont steht, wo immer eine Gelegenheit zu einer Breiten- oder Längenbestimmung durch astronomische Beobachtungen sich darbietet, gebührt es dieselbe nicht zu versäumen; denn es ist ja für den Schiffer eine Lebensfrage wo immer möglich zur Kenntniß des Ortes zu gelangen, an dem sein Schiff auf dem weiten, ungebahnten Meere sich befindet. Im Gegentheil halte ich die Meinung fest, daß nicht zu viele wissenschaftliche Hilfsmittel dem Seemanne geboten werden können, und dass eine weitere Ausbildung der nautischen Astronomie, so wie eine wissenschaftliche Vervollkommnung der Nautik überhaupt das wichtigste Mittel sei, die Sicherheit der Schifffahrt zu fördern.

Beseelt von der Hoffnung, daß Längenbestimmungen zur See durch circummeridiane Beobachtungen allmählich sich als sehr nützlich erweisen werden, weihe ich hiermit, im Namen aller gebildeten Nautiker, dem hochgeehrten Director der kais. Sternwarte zu Wien, Herrn Professor und Ritter Carl v. Littrow, welcher celebre Astronom die Längenbestimmung durch Circummeridianbeobachtungen zuerst, zu Nutzen der Schifffahrt, vorgeschlagen hat, dafür die innigste Anerkennung.

Nachtrag.

Die folgenden, numerischen Tafeln enthalten die, jedem Grade von φ, bis 70°, und jedem Grade von δ, bis 24°, entsprechenden Werthe der Größe

$$D = \frac{2}{15^2 . \sin 1'' . p}.$$

Diese Tafeln können mit Vortheil benutzt werden:

1. Um Circummeridianhöhen, mit einer in nautischer Beziehung stets hinreichenden Genauigkeit auf den Meridian zu reduciren. Nach Seite 3 ist nämlich diese Reduction:

$$\Delta h = \frac{15^2 . \sin 1'' . p}{2} . t^2 = \frac{t^2}{D}.$$

2. Um die Correction der Stundenwinkel τ für die Declinationsänderung zu bestimmen. Diese Correction ist nach (2)

$$d\tau = \frac{d\delta}{15^2 . \sin 1'' . p} = \tfrac{1}{2} D . d\delta,$$

wenn $d\delta$ die Declinationsänderung in einer Zeitsecunde, oder

$$d\tau = \frac{D . \Delta\delta}{7200},$$

wenn $\Delta\delta$ die Declinationsänderung in einer Stunde bezeichnet.

3. Um die Reduction der Culminationshöhe des Mondes auf die Meridianhöhe zu berechnen. Nach (3) ist diese Reduction

$$-\frac{(d\delta)^2}{2 . 15^2 . \sin 1'' . p} = -\tfrac{1}{4} D . (d\delta)^2.$$

4. Um die Reduction des arithmetischen Mittels mehrerer, in der Nähe des Meridians gemessener Höhen auf diejenige Höhe, welche dem arithmetischen Mittel der Uhrzeiten entspricht, zu finden. Diese Reduction ist zufolge (6)

$$\frac{\Sigma(\Delta u^2)}{D . N},$$

wo $\Sigma(\Delta u^2)$ die Summe der Quadrate der Differenzen zwischen einer jeden der Uhrzeiten und dem arithmetischen Mittel derselben, und N die Anzahl der Beobachtungen bezeichnet.

Wenn man für die Deduction eines genaueren Werthes von τ auch die sechsten Potenzen der Stundenwinkel berücksichtigt, so hat man, wie bekannt:

$$\Delta h = p . \frac{2 \sin^2 \frac{1}{2} t}{\sin 1''} - p^2 \cot(\varphi - \delta) . \frac{2 \sin^4 \frac{1}{2} t}{\sin 1''} + p^3 \left(\tfrac{1}{3} + \cot^2(\varphi - \delta)\right) . \frac{4 \sin^6 \frac{1}{2} t}{\sin 1''}$$

Setzt man

$$\pm \sqrt{\Delta h_1} = b, \quad \pm \sqrt{\Delta h_2} = a,$$

$$\tfrac{1}{2} \sin 1'' \left(\frac{1}{3p} + \cot(\varphi - \delta)\right) = q$$

$$\tfrac{1}{2} \sin^2 1'' \left(\frac{13}{360 p^2} + \frac{5}{12 p} \cot(\varphi - \delta) + 9 \cot^2(\varphi - \delta) + \tfrac{1}{3}\right) = r,$$

so findet man

$$\tau = \frac{i}{2} \cdot \frac{a+b+\frac{1}{2}q(a^3+b^3)-\frac{1}{2}r(a^5+b^5)+\ldots}{a-b+\frac{1}{2}q(a^3-b^3)-\frac{1}{2}r(a^5-b^5)+\ldots}$$

$$= i.f - qab\tau + qab\tau\left(\frac{1}{2}q(a^2-ab+b^2)+\frac{r}{q}(a^2+b^2)\right)+\ldots$$

Das zweite Correctionsglied ist demnach zu complicirt, um praktisch benutzt werden zu können. In den Fällen, wo die Stundenwinkel so groß und ungleich sind, daß das erste Correctionsglied als nicht zureichend genau angesehen werden kann, thut man daher am besten τ logarithmisch, nach den Formeln (4) und (5) zu berechnen.

Weil näherungsweise

$$t_1 = b\sqrt{D},\ t_2 = a\sqrt{D},$$

so ist, gleichfalls näherungsweise

$$\tau = \frac{1}{2}(a+b)\sqrt{D}.$$

Wenn dieser Werth von τ in das oben gefundene erste Correctionsglied

$$\Delta\tau = qab\tau$$

substituirt wird, so erhält man

$$\Delta\tau = \frac{1}{2}ab(a+b)\,q\sqrt{D} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (13)$$

Durch Hilfe von zwei kleinen Tafeln, die eine die Werthe von $\frac{1}{2}ab(a+b)$ mit den Argumenten Δh_1 Δh_2, die andere die Werthe von $q\sqrt{D}$ mit den Argumenten φ und δ enthaltend, könnte man also $\Delta\tau$ sehr leicht berechnen, nämlich durch eine einzige Multiplication, ohne daß man nöthig hätte, die beiden Stundenwinkel t_1 t_2 zuerst zu bestimmen.

Daß es, bei Benutzung dieser Methode, ein wesentlicher Vortheil ist, daß man die Breite nach der Besteckrechnung nicht hineinzuziehen braucht, folgt daraus, daß die Höhen h_1 h_2 offenbar genauer mit der Höhe h_0 harmoniren, als mit der oft sehr unrichtigen Bestecksbreite, nämlich in so weit alle drei Höhen mit demselben Instrumente und unter denselben Umständen gemessen worden sind. Ja dies ist sogar der Fall, wenn auch die Breite ganz genau bekannt wäre, denn die Approximation $\tau = i.f$ ist ganz unabhängig von der absoluten Größe der Höhen, welche somit mit beliebig großen constanten Fehlern behaftet sein können, ohne daß diese sonst sehr schädlichen Fehler hier den geringsten Einfluß auf das Resultat ausüben.

Wenn man, wie es oft der Fall sein wird, die Vormittagshöhe h_1 wegen Wolken nicht beobachten kann, so wird man die Position des Schiffes vielleicht am einfachsten dadurch bestimmen können, daß man zuerst die Mittagshöhe h_0 des Unterrandes der Sonne mißt, und später den Augenblick abwartet und nach der Uhr notirt, wann der Oberrand der Sonne genau dieselbe Höhe hat. Man hat dann, nachdem die Höhen corrigirt sind:

$$(14) \quad \varphi = 90^\circ - h_0 + \delta_0$$

$$(15) \quad \sin^2 \tfrac{1}{2} t_2 = \frac{\sin(\varphi - \frac{1}{2}(\delta_2 + \delta_0) + \frac{1}{2}(h_0 - h_2)) \sin(\frac{1}{2}(\delta_2 - \delta_0) + \frac{1}{2}(h_0 - h_2))}{\cos\varphi \cos\delta_2}$$

wo man, wenn der Unterschied der Refractionen als unbedeutend angesehen werden kann, den Sonnenradius r statt $\frac{1}{2}(h_0 - h_2)$ setzt.

Näherungsweise und in den meisten Fällen genügend genau findet man t_2 aus

$$(16) \quad t_2 = \sqrt{2r.D}.$$

Die Länge wird somit ganz unabhängig von einer zweiten Höhenablesung, was gewiß, besonders zur See, ein nicht geringer Vortheil ist. Die beiden obenstehenden Formeln (14) und (15) für φ und $\sin^2 \frac{1}{2} t_2$ können offenbar auch angewendet werden, wenn man die Culminationshöhe h_0 eines Sternes gemessen und danach den Augenblick abwartet, wenn der Ober- oder Unterrand des Mondes eine gleiche Höhe erreicht hat. Weil die nach der Rectascension des Mondes, $\alpha = \Theta_2^{\prime} - t_2$, berechnete Länge L'' von dem Fehler in der angenommenen Länge L' afficirt ist, so findet man die wahre Länge L, wenn

$d\delta$ = die Zunahme von δ in der Einheit der Zeit

$d\alpha$ = „ „ „ α „ „ „ „ „

durch

$$L = L' + \Delta L,$$

wo

$$\Delta L = \frac{L'' - L'}{1 + a} \text{ und } a = \frac{d\delta}{15\delta\alpha}\left(\frac{\operatorname{tang}\varphi}{\sin t} - \frac{\operatorname{tang}\delta}{\operatorname{tang} t}\right).$$

Wenn der Stundenwinkel des Mondes klein ist, so ist, näherungsweise und einfacher

$$a = \frac{D}{t} \cdot \frac{d\delta}{d\alpha}.$$

$$D = \frac{2}{15^2 . \sin 1''} \cdot \frac{\sin(\varphi - \delta)}{\cos\varphi \cos\delta}.$$

φ	δ													φ
	0°	±1°	±2°	±3°	±4°	±5°	±6°	±7°	±8°	±9°	±10°	±11°	±12°	
0°	*	*	64	96	128	160	193	225	257	290	323	356	390	0°
± 1	*	*	*	64	96	128	161	193	226	258	291	314	358	± 1
2	64	*	*	*	64	96	129	161	194	226	259	292	316	2
3	96	64	*	*	*	64	97	129	162	194	227	260	294	3
4	128	96	64	*	*	*	64	97	129	162	195	228	262	4
5	169	128	96	64	*	*	*	65	97	130	163	196	229	5
6	193	161	129	97	64	*	*	*	65	98	130	164	217	6
7	225	193	161	129	97	65	*	*	*	65	98	131	165	7
8	257	226	194	162	129	97	65	*	*	*	66	99	132	8
9	290	258	226	194	162	130	98	65	*	*	*	66	99	9
10	313	291	259	227	195	163	130	98	66	*	*	*	66	10
11	356	314	292	260	228	196	164	131	99	66	*	*	*	11
12	390	358	316	294	262	229	217	165	132	99	66	*	*	12
13	423	391	359	327	295	263	231	198	166	133	100	67	*	13
14	457	425	393	361	329	298	264	232	200	167	134	101	67	14
15	491	459	427	395	363	331	299	266	234	201	168	135	101	15
16	526	494	462	429	397	365	333	300	268	235	202	169	136	16
17	560	528	497	464	432	400	368	335	303	270	237	204	171	17
18	596	564	532	500	468	435	403	370	338	305	272	239	206	18
19	631	599	567	535	503	470	438	406	374	341	308	275	241	19
20	667	635	603	571	539	507	475	442	410	378	334	311	278	20
21	704	672	640	608	576	543	511	479	446	413	381	347	314	21
22	741	709	677	645	612	580	548	516	483	450	417	384	351	22
23	778	746	714	682	654	618	586	553	521	488	455	422	388	23
24	816	784	752	720	688	656	624	591	559	526	493	460	426	24
25	854	823	791	759	727	695	662	630	597	565	532	497	465	25
26	894	862	828	798	766	734	701	669	637	604	571	538	502	26
27	934	902	870	838	806	774	741	709	677	643	611	580	544	27
28	975	943	911	879	847	814	782	750	717	684	652	620	588	28
29	1017	984	952	920	888	856	824	791	759	726	693	660	626	29
30	1059	1027	995	963	930	898	866	833	801	768	735	702	669	30
31	1102	1070	1038	1006	974	941	910	877	844	811	778	745	712	31
32	1146	1114	1082	1050	1017	985	953	921	888	855	822	789	756	32
33	1191	1159	1126	1095	1062	1030	998	965	933	900	867	834	801	33
34	1236	1205	173	1141	1108	1076	1044	1011	979	946	913	880	847	34

$$D = \frac{2}{15^2 . \sin 1''} \cdot \frac{\sin(\varphi - \delta)}{\cos\varphi \cos\delta}.$$

φ	δ 0°	±1°	±2°	±3°	±4°	±5°	±6°	±7°	±8°	±9°	±10°	±11°	±12°	φ
±35°	1283	1252	1220	1188	1156	1123	1091	1059	1026	993	960	927	894	±35°
36	1331	1300	1268	1236	1204	1172	1139	1107	1074	1042	1009	975	942	36
37	1381	1350	1318	1286	1253	1221	1189	1157	1124	1091	1058	1025	992	37
38	1432	1400	1368	1336	1304	1273	1240	1207	1175	1142	1109	1076	1043	38
39	1484	1453	1421	1389	1356	1324	1292	1260	1227	1194	1161	1128	1095	39
40	1538	1506	1474	1442	1410	1388	1346	1313	1281	1248	1215	1182	1149	40
41	1594	1562	1530	1498	1466	1433	1401	1369	1336	1303	1270	1237	1204	41
42	1651	1619	1587	1555	1523	1490	1458	1426	1393	1360	1327	1294	1261	42
43	1710	1678	1646	1614	1581	1549	1517	1484	1452	1419	1386	1353	1320	43
44	1771	1738	1707	1674	1642	1610	1578	1545	1513	1480	1447	1414	1381	44
45	1833	1800	1768	1737	1705	1673	1641	1608	1576	1543	1510	1477	1444	45
46	1898	1866	1834	1802	1770	1738	1706	1674	1641	1608	1575	1542	1509	46
47	1966	1934	1902	1870	1838	1806	1773	1741	1708	1676	1643	1610	1576	47
48	2036	2004	1972	1940	1908	1876	1843	1811	1779	1746	1713	1680	1646	48
49	2109	2077	2045	2013	1981	1949	1917	1885	1852	1819	1786	1753	1719	49
50	2185	2153	2121	2089	2057	2025	1992	1960	1927	1895	1862	1829	1795	50
51	2264	2232	2200	2168	2135	2103	2071	2039	2006	1974	1941	1908	1874	51
52	2347	2314	2282	2250	2218	2186	2154	2121	2089	2056	2023	1990	1962	52
53	2434	2401	2369	2337	2305	2272	2240	2208	2175	2142	2110	2076	2043	53
54	2523	2491	2459	2427	2395	2363	2331	2298	2266	2233	2200	2167	2134	54
55	2618	2586	2554	2522	2490	2458	2426	2393	2361	2328	2295	2262	2228	55
56	2718	2686	2654	2622	2590	2558	2525	2493	2461	2428	2395	2362	2328	56
57	2823	2791	2759	2727	2695	2653	2630	2598	2566	2533	2500	2467	2433	57
58	2941	2908	2875	2843	2811	2779	2747	2714	2682	2649	2616	2584	2543	58
59	3051	3019	2987	2955	2923	2891	2859	2826	2794	2761	2728	2695	2662	59
60	3176	3144	3112	3079	3047	3015	2983	2950	2918	2885	2852	2819	2786	60
61	3307	3275	3243	3211	3179	3147	3115	3082	3050	3017	2984	2951	2918	61
62	3448	3416	3384	3352	3320	3288	3255	3223	3190	3158	3125	3092	3058	62
63	3598	3566	3534	3502	3470	3438	3405	3373	3341	3308	3275	3242	3208	63
64	3759	3727	3695	3663	3631	3617	3566	3534	3501	3468	3436	3402	3365	64
65	3932	3900	3868	3836	3803	3771	3739	3706	3674	3641	3608	3575	3542	65
66	4118	4086	4054	4022	3990	3957	3925	3893	3860	3827	3795	3761	3728	66
67	4319	4287	4255	4223	4191	4159	4126	4094	4062	4029	3996	3963	3929	67
68	4538	4506	4474	4442	4428	4377	4345	4313	4280	4247	4215	4181	4148	68
69	4776	4744	4712	4680	4648	4616	4583	4551	4518	4486	4453	4420	4386	69
70	5037	5005	4973	4941	4909	4877	4844	4822	4780	4747	4714	4681	4647	70

$$D = \frac{2}{15^2 . \sin 1''} \cdot \frac{\sin(\varphi - \delta)}{\cos \varphi \cos \delta}.$$

φ	δ												φ
	±13°	±14°	±15°	±16°	±17°	±18°	±19°	±20°	±21°	±22°	±23°	±24°	
0°	423	457	491	526	560	596	631	667	704	741	778	816	0°
± 1	391	425	459	494	528	564	599	635	672	709	746	784	± 1
2	359	393	427	462	497	532	567	603	640	677	714	757	2
3	327	361	395	429	464	500	535	571	608	645	682	620	3
4	295	329	363	397	432	468	503	539	576	612	654	688	4
5	263	298	331	365	400	435	470	507	543	580	618	656	5
6	231	264	299	333	368	403	439	475	511	548	586	624	6
7	198	232	266	300	335	370	406	442	479	516	553	591	7
8	166	200	234	268	303	338	374	410	446	483	521	559	8
9	133	167	201	235	270	305	341	378	413	450	488	526	9
10	100	134	168	202	237	272	308	344	381	417	455	493	10
11	67	101	135	169	204	239	275	311	347	384	422	460	11
12	*	67	101	136	171	206	241	278	314	351	388	426	12
13	*	*	67	102	137	172	207	244	280	317	354	392	13
14	*	*	*	68	103	138	173	210	246	283	320	358	14
15	67	*	*	*	69	104	139	176	212	249	286	324	15
16	102	68	*	*	*	70	105	141	178	215	251	289	16
17	137	103	69	*	*	*	71	107	143	181	217	255	17
18	172	138	104	70	*	*	*	72	108	146	183	220	18
19	207	173	139	105	71	*	*	*	73	111	147	184	19
20	244	210	176	141	107	72	*	*	*	74	112	149	20
21	280	246	212	178	143	108	73	*	*	*	75	112	21
22	317	283	249	215	181	146	111	74	*	*	*	76	22
23	354	320	286	251	217	183	147	112	75	*	*	*	23
24	392	358	324	289	255	220	184	149	113	76	*	*	24
25	432	398	364	329	294	259	223	188	151	114	77	*	25
26	471	437	403	368	333	299	263	227	190	153	116	78	26
27	510	476	443	408	373	338	303	267	230	193	156	118	27
28	551	517	484	449	414	379	344	308	271	234	197	159	28
29	593	559	525	490	455	421	385	349	313	276	238	200	29
30	635	601	567	533	498	463	427	391	355	318	280	242	30
31	678	644	611	576	541	506	470	434	398	361	323	285	31
32	722	688	655	620	585	550	514	478	442	405	367	329	32
33	767	733	700	665	630	595	559	523	487	450	412	374	33
34	813	779	745	711	676	641	605	569	533	496	458	420	34

$$D = \frac{2}{15^2 . \sin 1''} \cdot \frac{\sin(\varphi - \delta)}{\cos \varphi \cos \delta}.$$

φ	δ												φ
	±13°	±14°	±15°	±16°	±17°	±18°	±19°	±20°	±21°	±22°	±23°	±24°	
±35°	860	826	793	758	723	688	652	616	580	543	506	468	±35°
36	908	875	841	806	771	736	701	665	628	591	554	516	36
37	958	924	891	856	821	786	750	714	678	641	603	565	37
38	1009	975	941	906	872	837	801	765	729	692	654	616	38
39	1061	1027	993	959	924	888	853	817	781	744	706	668	39
40	1115	1081	1047	1012	978	943	907	871	835	798	760	722	40
41	1170	1136	1103	1068	1033	998	962	926	890	853	816	778	41
42	1227	1193	1160	1125	1090	1055	1019	983	947	910	873	835	42
43	1286	1252	1218	1184	1149	1114	1078	1042	1006	969	931	893	43
44	1347	1313	1279	1244	1210	1175	1139	1103	1067	1030	992	954	44
45	1410	1376	1342	1307	1273	1238	1202	1166	1130	1093	1055	1017	45
46	1475	1441	1407	1372	1338	1303	1267	1231	1195	1158	1120	1082	46
47	1543	1509	1475	1440	1405	1370	1335	1299	1262	1225	1188	1150	47
48	1613	1579	1545	1510	1475	1440	1405	1369	1332	1295	1258	1220	48
49	1686	1652	1618	1583	1548	1513	1478	1442	1405	1368	1331	1293	49
50	1761	1728	1694	1659	1624	1589	1554	1518	1481	1444	1407	1369	50
51	1840	1807	1773	1738	1703	1668	1633	1597	1560	1523	1486	1448	51
52	1923	1889	1855	1821	1786	1751	1715	1679	1643	1606	1568	1530	52
53	2009	1976	1942	1907	1872	1837	1802	1766	1729	1692	1655	1617	53
54	2100	2066	2032	1997	1963	1928	1892	1856	1820	1783	1743	1707	54
55	2195	2161	2127	2092	2057	2023	1987	1951	1915	1878	1840	1802	55
56	2295	2261	2227	2192	2157	2122	2087	2051	2014	1977	1940	1902	56
57	2400	2366	2332	2297	2262	2228	2192	2156	2119	2082	2045	2007	57
58	2510	2477	2443	2408	2373	2338	2206	2266	2230	2193	2156	2118	58
59	2628	2594	2560	2525	2490	2456	2420	2384	2348	2311	2273	2235	59
60	2752	2718	2684	2650	2615	2580	2544	2508	2472	2435	2398	2359	60
61	2884	2850	2816	2781	2747	2712	2676	2640	2604	2567	2529	2491	61
62	3024	2991	2957	2922	2887	2852	2817	2781	2744	2707	2670	2632	62
63	3175	3141	3107	3072	3037	3002	2967	2931	2894	2857	2820	2782	63
64	3335	3302	3268	3233	3198	3163	3128	3092	3055	3018	2981	2943	64
65	3508	3474	3440	3406	3371	3336	3300	3264	3228	3191	3153	3115	65
66	3694	3660	3627	3592	3557	3522	3486	3450	3414	3377	3339	3301	66
67	3896	3862	3828	3793	3758	3724	3688	3652	3615	3578	3541	3503	67
68	4114	4080	4047	4012	3977	3942	3906	3870	3834	3797	3759	3721	68
69	4352	4319	4285	4250	4215	4180	4145	4109	4072	4035	3998	3960	69
70	4613	4580	4546	4511	4476	4441	4406	4370	4333	4296	4258	4221	70

$$D = \frac{2}{15^2 . \sin 1''} \cdot \frac{\sin(\varphi - \delta)}{\cos\varphi \cos\delta}.$$

φ	δ													φ
	0°	±1°	±2°	±3°	±4°	±5°	±6°	±7°	±8°	±9°	±10°	±11°	±12°	
0°	*	*	64	96	128	160	193	225	258	290	323	356	390	0°
∓ 1	*	64	96	128	160	192	225	257	289	321	355	388	422	∓ 1
2	64	96	128	160	192	224	257	289	322	354	387	420	454	2
3	96	128	160	192	224	256	289	321	354	386	419	452	486	3
4	128	160	192	224	256	289	321	354	386	418	451	484	518	4
5	160	192	224	256	289	321	354	386	418	451	484	517	550	5
6	193	225	257	289	321	353	386	418	450	483	516	549	582	6
7	225	257	289	321	353	386	418	450	483	515	548	581	615	7
8	257	289	321	353	386	418	451	483	515	548	581	614	647	8
9	290	322	354	386	419	451	484	516	548	581	614	647	680	9
10	323	355	387	419	452	484	517	549	581	613	646	679	713	10
11	356	388	420	452	485	517	550	582	614	647	680	713	746	11
12	390	422	454	486	518	550	583	615	647	680	713	746	780	12
13	423	455	487	519	552	584	617	649	681	714	747	780	813	13
14	457	489	521	553	585	617	650	682	714	748	780	813	847	14
15	491	523	555	587	619	651	684	716	749	781	814	847	881	15
16	526	558	590	622	654	686	719	751	783	816	849	882	915	16
17	560	592	624	656	689	721	754	786	818	851	884	917	950	17
18	596	628	660	692	724	756	789	821	853	886	919	952	985	18
19	631	663	695	727	759	791	824	856	889	921	954	987	1021	19
20	667	699	731	763	795	827	860	892	925	958	991	1024	1057	20
21	704	736	768	800	832	864	897	929	961	994	1027	1060	1094	21
22	741	773	805	837	869	901	934	966	998	1031	1064	1097	1130	22
23	778	810	842	874	906	938	971	1003	1036	1069	1102	1135	1168	23
24	816	848	880	912	944	976	1009	1041	1074	1106	1139	1172	1206	24
25	854	886	918	950	983	1015	1048	1080	1113	1145	1178	1211	1245	25
26	894	926	958	990	1022	1054	1087	1119	1152	1184	1217	1250	1284	26
27	934	966	998	1030	1062	1094	1127	1159	1191	1224	1257	1290	1324	27
28	975	1007	1039	1071	1103	1135	1168	1200	1232	1265	1298	1331	1365	28
29	1017	1049	1081	1112	1144	1176	1209	1241	1274	1306	1339	1372	1406	29
30	1059	1091	1123	1155	1187	1219	1252	1284	1316	1349	1382	1415	1448	30
31	1102	1134	1166	1198	1230	1262	1295	1327	1359	1392	1425	1458	1491	31
32	1146	1178	1210	1242	1274	1306	1339	1371	1403	1436	1469	1502	1535	32
33	1191	1213	1255	1287	1319	1351	1384	1416	1448	1481	1514	1547	1580	33
34	1236	1268	1300	1332	1365	1397	1430	1462	1494	1527	1560	1593	1626	34

$$D = \frac{2}{15^2 . \sin 1''} \cdot \frac{\sin(\varphi - \delta)}{\cos\varphi \cos\delta}.$$

φ	δ													φ
	0°	±1°	±2°	±3°	±4°	±5°	±6°	±7°	±8°	±9°	±10°	±11°	±12°	
∓35°	1284	1316	1348	1380	1412	1444	1477	1509	1541	1574	1607	1640	1674	∓35°
36	1332	1364	1396	1428	1460	1492	1525	1557	1590	1622	1655	1688	1722	36
37	1382	1414	1446	1478	1510	1542	1574	1606	1639	1671	1704	1737	1770	37
38	1432	1464	1496	1528	1561	1593	1625	1657	1690	1723	1756	1789	1822	38
39	1485	1517	1549	1582	1613	1645	1677	1709	1742	1774	1806	1839	1874	39
40	1538	1570	1602	1634	1667	1699	1731	1763	1796	1829	1862	1895	1928	40
41	1595	1627	1659	1691	1722	1754	1786	1818	1851	1884	1917	1950	1983	41
42	1652	1684	1716	1748	1779	1811	1843	1875	1908	1941	1974	2007	2041	42
43	1710	1742	1774	1806	1838	1870	1902	1934	1967	2000	2033	2066	2099	43
44	1770	1802	1834	1866	1898	1930	1963	1995	2028	2061	2094	2127	2160	44
45	1833	1865	1897	1929	1961	1993	2026	2058	2091	2124	2157	2190	2223	45
46	1898	1930	1962	1994	2027	2059	2091	2123	2156	2189	2222	2255	2288	46
47	1966	1998	2030	2062	2094	2126	2159	2191	2224	2256	2289	2322	2356	47
48	2036	2068	2100	2132	2164	2196	2229	2261	2294	2326	2359	2392	2426	48
49	2109	2141	2173	2205	2237	2269	2302	2334	2367	2399	2432	2465	2499	49
50	2185	2217	2249	2281	2313	2345	2378	2410	2443	2475	2508	2541	2575	50
51	2264	2296	2328	2360	2392	2424	2457	2489	2522	2554	2587	2620	2654	51
52	2351	2382	2413	2444	2475	2507	2539	2571	2604	2637	2670	2703	2736	52
53	2435	2467	2499	2530	2561	2593	2626	2658	2691	2723	2756	2789	2823	53
54	2523	2555	2587	2620	2652	2684	2716	2748	2781	2814	2847	2880	2913	54
55	2618	2650	2682	2714	2746	2778	2811	2843	2876	2908	2941	2974	3008	55
56	2718	2750	2782	2814	2846	2878	2911	2943	2976	3008	3041	3074	3108	56
57	2823	2855	2887	2919	2951	2983	3016	3048	3081	3113	3146	3179	3213	57
58	2941	2973	3005	3037	3068	3100	3132	3164	3197	3230	3263	3296	3329	58
59	3051	3083	3115	3147	3180	3212	3244	3276	3309	3341	3374	3407	3441	59
60	3176	3208	3240	3272	3304	3336	3368	3400	3433	3466	3499	3532	3565	60
61	3307	3339	3371	3403	3435	3467	3500	3532	3565	3598	3631	3664	3697	61
62	3448	3480	3512	3544	3576	3608	3641	3673	3706	3738	3771	3804	3838	62
63	3598	3630	3662	3694	3726	3758	3791	3823	3856	3888	3921	3954	3988	63
64	3759	3791	3823	3855	3887	3919	3952	3984	4017	4049	4082	4115	4149	64
65	3932	3964	3996	4028	4060	4092	4124	4156	4189	4222	4255	4288	4321	65
66	4118	4150	4182	4214	4246	4278	4310	4342	4375	4408	4441	4474	4507	66
67	4319	4351	4383	4415	4447	4479	4512	4544	4577	4609	4642	4675	4709	67
68	4538	4560	4602	4634	4666	4698	4730	4762	4795	4828	4861	4894	4927	68
69	4776	4808	4840	4872	4904	4936	4969	5001	5034	5036	5099	5132	5166	69
70	5037	5069	5101	5133	5165	5197	5230	5262	5295	5327	5360	5393	5427	70

$$D = \frac{2}{15^2 . \sin 1''} \cdot \frac{\sin(\varphi - \delta)}{\cos\varphi \cos\delta}.$$

φ	δ ±13°	±14°	±15°	±16°	±17°	±18°	±19°	±20°	±21°	±22°	±23°	±24°	φ
0°	432	457	491	526	561	596	631	667	703	740	778	816	0°
∓ 1	455	489	523	558	593	628	663	700	736	772	811	849	∓ 1
2	487	521	555	590	625	660	695	731	767	805	842	880	2
3	519	553	587	622	657	692	727	763	799	837	874	912	3
4	551	585	619	654	689	724	759	795	832	869	906	944	4
5	583	618	652	686	721	756	791	828	864	901	939	977	5
6	615	650	684	718	753	788	823	860	896	933	971	1009	6
7	648	682	716	751	786	821	856	893	929	966	1003	1041	7
8	680	715	749	783	818	853	888	925	961	998	1034	1074	8
9	713	747	781	816	851	886	921	958	994	1031	1069	1107	9
10	746	780	814	849	884	919	954	991	1027	1064	1101	1139	10
11	779	814	848	882	917	952	987	1024	1060	1096	1134	1173	11
12	813	847	881	915	950	985	1020	1057	1093	1130	1168	1206	12
13	846	880	914	949	984	1019	1055	1091	1127	1164	1202	1240	13
14	880	914	948	983	1018	1053	1088	1124	1161	1198	1235	1273	14
15	914	948	982	1017	1052	1087	1122	1158	1194	1232	1269	1307	15
16	948	983	1017	1051	1086	1121	1157	1193	1229	1266	1304	1342	16
17	983	1018	1052	1086	1121	1156	1192	1228	1264	1301	1339	1377	17
18	1018	1053	1087	1121	1156	1191	1227	1263	1299	1336	1374	1412	18
19	1054	1088	1122	1157	1192	1227	1263	1299	1335	1372	1409	1447	19
20	1090	1124	1158	1193	1228	1263	1299	1335	1371	1408	1446	1484	20
21	1127	1161	1195	1229	1264	1300	1335	1371	1407	1445	1482	1520	21
22	1163	1198	1232	1266	1301	1336	1372	1408	1444	1481	1519	1557	22
23	1201	1235	1269	1304	1339	1374	1410	1446	1482	1519	1556	1594	23
24	1239	1273	1307	1342	1377	1412	1448	1484	1520	1557	1594	1632	24
25	1278	1312	1346	1381	1416	1451	1486	1522	1559	1596	1633	1671	25
26	1317	1350	1384	1420	1455	1490	1525	1561	1597	1624	1662	1710	26
27	1357	1391	1425	1460	1495	1530	1565	1601	1638	1675	1712	1750	27
28	1398	1432	1466	1500	1536	1570	1606	1642	1678	1715	1753	1791	28
29	1439	1473	1507	1542	1577	1613	1648	1684	1720	1757	1794	1832	29
30	1482	1516	1550	1584	1619	1654	1690	1726	1762	1799	1837	1875	30
31	1525	1559	1593	1627	1662	1697	1733	1769	1805	1842	1880	1918	31
32	1569	1603	1637	1671	1706	1741	1777	1813	1849	1886	1924	1962	32
33	1614	1648	1682	1716	1751	1786	1822	1858	1894	1931	1969	2007	33
34	1660	1694	1728	1762	1797	1832	1868	1904	1940	1977	2015	2053	34

$$D = \frac{2}{15^2 . \sin 1''} \cdot \frac{\sin(\varphi - \delta)}{\cos\varphi \cos\delta}.$$

φ	δ												φ
	±13°	±14°	±15°	±16°	±17°	±18°	±19°	±20°	±21°	±22°	±23°	±24°	
∓35°	1707	1741	1785	1809	1844	1879	1925	1951	1987	2024	2062	2100	∓35°
36	1755	1789	1823	1858	1893	1928	1963	1999	2036	2073	2110	2148	36
37	1804	1838	1872	1907	1942	1977	2012	2049	2085	2122	2160	2198	37
38	1855	1889	1923	1958	1993	2028	2064	2100	2136	2173	2211	2249	38
39	1908	1942	1976	2010	2045	2080	2116	2152	2188	2225	2263	2301	39
40	1961	1995	2029	2064	2099	2134	2170	2206	2242	2279	2317	2355	40
41	2017	2051	2085	2119	2154	2189	2225	2261	2297	2334	2372	2410	41
42	2074	2108	2142	2176	2211	2246	2282	2318	2354	2391	2429	2467	42
43	2133	2167	2201	2235	2270	2305	2341	2377	2413	2450	2488	2526	43
44	2194	2228	2262	2296	2331	2366	2402	2438	2474	2511	2549	2587	44
45	2256	2290	2324	2359	2394	2429	2465	2501	2537	2574	2612	2650	45
46	2322	2356	2390	2424	2459	2494	2530	2566	2602	2639	2677	2715	46
47	2389	2423	2457	2492	2527	2562	2597	2633	2670	2707	2744	2782	47
48	2459	2493	2527	2562	2597	2632	2667	2703	2740	2777	2814	2852	48
49	2532	2566	2600	2635	2670	2705	2740	2776	2813	2850	2887	2925	49
50	2608	2642	2676	2711	2746	2781	2816	2852	2888	2925	2962	3000	50
51	2687	2721	2755	2790	2825	2860	2895	2931	2968	3005	3042	3080	51
52	2770	2804	2838	2872	2907	2942	2978	3014	3050	3087	3125	3163	52
53	2856	2890	2924	2958	2993	3028	3064	3100	3137	3174	3211	3249	53
54	2947	2981	3015	3049	3084	2119	3155	3191	3227	3264	3302	3340	54
55	3041	3075	3109	3144	3179	3214	3250	3286	3322	3359	3396	3434	55
56	3141	3175	3209	3234	3279	3314	3349	3385	3422	3459	3496	3534	56
57	3247	3280	3314	3349	3384	3419	3455	3491	3527	3564	3601	3639	57
58	3362	3394	3427	3461	3495	3530	3565	3601	3638	3675	3712	3750	58
59	3474	3508	3542	3577	3612	3647	3683	3719	3755	3792	3829	3867	59
60	3599	3633	3667	3702	3737	3773	3808	3843	3879	3916	3953	3992	60
61	3730	3764	3798	3833	3868	3903	3939	3975	4011	4048	4085	4124	61
62	3871	3905	3939	3974	4009	4044	4079	4115	4152	4189	4226	4264	62
63	4021	4055	4089	4124	4159	4194	4229	4265	4302	4339	4366	4414	63
64	4182	4216	4250	4285	4220	4355	4390	4426	4463	4500	4537	4575	64
65	4355	4389	4423	4457	4492	4527	4563	4599	4636	4673	4710	4748	65
66	4540	4575	4609	4643	4678	4713	4749	4785	4821	4858	4895	*	66
67	4742	4776	4810	4845	4880	4915	4951	4937	4973	5060	*	*	67
68	4961	4995	5029	5063	5098	5133	5169	5205	5241	*	*	*	68
69	5199	5233	5267	5302	5337	5372	5407	5443	*	*	*	*	69
70	5460	5494	5528	5563	5598	5633	5668	*	*	*	*	*	70

Einige Veränderungen an meiner Pulverprobe[1].

Von dem c. M. **Franz Ritter v. Uchatius,**
k. k. Artillerie-Oberst.

(Mit 1 Tafel.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 11. Juli 1867.)

Die Schwierigkeit, die zur Anzeige der brisanten Wirkung dienenden Bronzeplatten mit der wünschenswerthen Gleichförmigkeit zu erzeugen, — das gefühlte Bedürfniß die bei der Pulverprobe gegenwärtig bestehende Lademethode zu vereinfachen, — die Nothwendigkeit für jeden Schuß einen eigenen Bleikegel anzuwenden, zu beseitigen, und den Angaben über die ballistische und brisante Wirkung eine noch größere Schärfe zu verleihen, so wie auch der Wunsch diesen Apparat dem bei der Construction neuartiger Feuerwaffen in allgemeine Aufnahme gekommenen Hinterladungsprincipe anzupassen, veranlaßten mich die nachfolgend beschriebenen Veränerungen vorzunehmen, welche ich nach hinlänglich langer Prüfungsdauer als den beabsichtigten Zwecken vollkommen entsprechend erachte:

1. Anwendung von Platten aus gewalztem Zink anstatt der Bronzeplatten.

Die Bronzeplatten, so wie sie durch den Guß entstanden, boten eine größere Gleichförmigkeit dar, als die aus anderen Kupfer-Zinn- oder Kupfer-Zinklegirungen, ja selbst als die aus Kupfer oder Zink allein gegossenen.

Da ein Walzwerk zu einer gleichförmigen Verdichtung nicht zu Gebote stand, geschmiedete Platten aber noch ungleichförmiger waren als die gegossenen, so wurden die gegossenen Bronzeplatten bei der ersten Einrichtung der Pulverprobe gewählt, das was an Gleichförmigkeit fehlte durch sorgfältige Prüfung und Ausscheidung ersetzt, und, um nicht zu viel Ausschußplatten zu erhalten, mit Hilfe von Correctionen die Möglichkeit herbeigeführt, noch Platten ver-

---

[1]) S. Sitzungsberichte, LII. Bd., 2. Abth.

wenden zu können, bei denen die Normallängen der Prüfungskerben von 0·46 Zoll um 0·025 Zoll überschritten war.

Dieser Übelstand ist nun durch die Anwendung von Platten aus gewalztem Zinkbleche gründlich gehoben.

Man erhält das in Platten von 36 Zoll Länge, 12 Zoll Breite und 0·416 Zoll Dicke ausgewalzte Zinkblech in einer solchen Gleichförmigkeit, daß bei acht Schienen, deren jede von einer andern Platte der Länge nach herabgeschnitten war, und welche eine Gesammtlänge von 250 Zoll repräsentirten, nur 20 Zoll als etwas zu hart ausgeschieden werden mußten, während die auf den übrigen 230 Zoll, in Abständen von 5 zu 5 Zoll angebrachten Probekerben in ihrer Länge nicht um 0·005 Zoll unter einander abwichen.

Die Prüfung des Zinkes geschieht mit der neu construirten Fallmaschine Fig. 1, indem ein Fallklotz *a*, in welchen ein Meißel *b* eingesetzt ist, dessen Schneide dieselbe Form hat wie die des beim Schießen verwendeten, von einer bestimmten Höhe auf die untergeschobene und mittelst der Klemme *c* niedergehaltene Zinkschiene niederfällt.

Das Gewicht des Fallklotzes sammt dem eingesetzten Meißel beträgt 2 Pfunde. Die Kerbenlängen sollen bei einer Fallhöhe von 12 Zoll zwischen 0·475 und 0·485 Zoll liegen.

Die Widerstandsfähigkeit des Zinkes gegen die Meißeleindrücke ist etwas geringer, als die der Bronze, es war deßhalb nothwendig den Werth der Kerbenlängen auf's Neue zu ermitteln, wodurch die Tafeln I und II sich in nachfolgender Weise veränderten:

Tafel I.

Bestimmung der Kerbenlängen für Zinkplatten.

Ruhende Last in Centn.	Kerben-längen in 0·01″	Ruhende Last in Centn.	Kerben-längen in 0·01″	Ruhende Last in Centn.	Kerben-längen in 0·01″	Ruhende Last in Centn.	Kerben-längen in 0·01″
4	20	14	42½	28	60	48	80
5	23	15	44	30	62	50	82
6	25½	16	45½	32	64	52	84
7	28	17	47	34	66	54	86
8	30½	18	48½	36	68	56	88
9	33	19	50	38	70	58	90
10	35	20	52	40	72	60	92
11	37	22	54	42	74		
12	39	24	56	44	76		
13	41	26	58	46	78		

Tafel II.

Umwandlung der Kerbenlängen in Atmosphären für Zinkplatten.

Kerbenlängen in 0·01″	Atmosphären	Kerbenlängen in 0·01″	Atmosphären	Kerbenlängen in 0·01″	Atmosphären	Kerbenlängen in 0·01″	Atmosphären
20	125	38	360	56	753	74	1317
21	135	39	376	57	784	75	1348
22	145	40	391	58	815	76	1380
23	156	41	407	59	847	77	1411
24	168	42	428	60	878	78	1442
25	181	43	449	61	909	79	1474
26	194	44	470	62	941	80	1505
27	206	45	491	63	972	81	1537
28	219	46	512	64	1004	82	1568
29	232	47	533	65	1035	83	1599
30	244	48	554	66	1066	84	1630
31	257	49	574	67	1097	85	1662
32	270	50	595	68	1129	86	1693
33	283	51	611	69	1160	87	1724
34	298	52	627	70	1192	88	1756
35	314	53	658	71	1223	89	1787
36	329	54	690	72	1254	90	1819
37	345	55	722	73	1285		

Da der Metallwerth und die Bearbeitungskosten bei dem Zink geringer sind als bei der Bronze, so ergibt sich auch in ökonomischer Beziehung ein Vortheil zu Gunsten des Zinkes.

2. Einführung des Hinterladungsprincips.

Das bisher übliche Einpressen des Geschosses, indem dasselbe mittelst eines Setzers und Klöppels auf einen von unten in den Lauf eingeschobenen Dorn niedergeschlagen wurde, so wie das nach jedem Schusse erforderliche Reinigen und Trockenwischen des Laufes, waren unangenehme Arbeiten, welche jetzt dadurch erspart sind, daß das Hinterladungsprincip eingeführt wurde.

Fig. 2 stellt den geladenen Lauf vor, dessen Bohrungsdurchmesser 0·416 Zoll beträgt.

Die Bleigeschosse Fig. 3, deren Durchmesser um 0·021 Zoll größer ist als der der Laufbohrung, werden in einem Kugelmodel sehr heiß gegossen und nach dem Entfernen des Gußzapfens durch Beschneiden des Bodens auf gleiches Gewicht gebracht, wenigstens so weit, daß die Differenz der schwersten und leichtesten Kugel nicht mehr als 1 Gran beträgt.

Das Laden geschieht auf die Art, daß die gut eingefettete Kugel von rückwärts in den Lauf geschoben und mit Hilfe des metallenen Setzers (Fig. 4) so weit als möglich in den gezogenen Theil des Laufes hineingedrückt wird, wo dann der nach Einsetzen des Meißels *b* übrigbleibende Laderaum *a* die Länge von 0·8 Zoll hat.

Dieser Laderaum ist in Rücksicht des kleineren Bohrungsdurchmessers um 0·2 Zoll länger als früher und so bemessen, daß er auch von den am wenigsten dichten Pulvern noch 28 Grane faßt, welche Ladung zur Prüfung normaler Pulver beibehalten wird.

Die obere Fläche des Meißels, auf welche der Stoß der Pulvergase wirkt, beträgt so wie früher 0·25 Quadratzoll, es haben daher auch die Kerbenlängen denselben Werth wie früher.

Bezüglich der Gleichförmigkeit der ballistischen Anzeigen hat sich mit Bestimmtheit ergeben, daß diese nur von der Menge und Beschaffenheit des im Laufe befindlichen Pulverrückstandes abhängt.

Bei dem frisch gereinigten Laufe ist gewöhnlich der erste Schuß zu schwach. Man läßt deßhalb diesen, wenn er zu sehr von den nachfolgenden abweichen sollte, nicht gelten.

Nach dem Schusse wird nur der untere Theil des Laufes bis zum Anfange der Züge mit Werg trocken ausgewischt, der übrige im gezogenen Theile des Laufes haftende Rückstand aber blos durch mehrmaliges Hineinhauchen feucht gemacht.

Unterläßt man Letzteres, so kommen besonders nach längerem Schießen, wo der Lauf warm ist, zu hohe Schüsse vor.

Gewöhnlich beträgt die Differenz bei gleichartigen Schüssen jetzt nicht mehr als 5—6 Grade.

Da das Gewicht der neuen Bleigeschosse nur 287 Gran, das der früheren aber 400 Gran beträgt, so ist nach

$$mV^2 = Mv^2,\ V = v\sqrt{\frac{M}{m}} = v \times 1\cdot 18,$$

wobei M das Gewicht der alten }
m „ „ „ neuen } Kugel,

v die nach der erhaltenen Anzahl Grade einer 400 Gran schweren Kugel zukommende, aus der Tafel VII entnommene, und V die der neuen Kugel entsprechende Geschwindigkeit ist.

Hiedurch erleidet Tafel VII folgende Veränderung.

Tafel VII.

Umwandlung der Grade in Anfangsgeschwindigkeiten, für die Pulverprobe mit Hinterladungslauf.

Grade	Anfangs-geschwindigkeit	Grade	Anfangs-geschwindigkeit	Grade	Anfangs-geschwindigkeit	Grade	Anfangs-geschwindigkeit	Grade	Anfangs-geschwindigkeit	Grade	Anfangs-geschwindigkeit	Grade	Anfangs-geschwindigkeit
30	395	65	589	100	704	135	786	170	878	205	927	240	977
31	401	66	594	101	706	136	788	171	879	206	929	241	978
32	406	67	598	102	709	137	790	172	881	207	930	242	980
33	412	68	604	103	711	138	792	173	882	208	932	243	981
34	418	69	609	104	713	139	794	174	884	209	933	244	982
35	422	70	612	105	716	140	796	175	885	210	935	245	984
36	428	71	616	106	718	141	799	176	887	211	936	246	985
37	434	72	618	107	721	142	802	177	888	212	938	247	987
38	439	73	621	108	723	143	805	178	890	213	940	248	988
39	446	74	624	109	725	144	808	179	891	214	941	249	990
40	452	75	627	110	728	145	811	180	892	215	942	250	991
41	458	76	630	111	730	146	814	181	893	216	944	251	992
42	464	77	633	112	733	147	817	182	895	217	945	252	994
43	470	78	636	113	735	148	820	183	896	218	947	253	995
44	476	79	639	114	738	149	823	184	898	219	948	254	997
45	482	80	643	115	740	150	826	185	899	220	949	255	998
46	487	81	646	116	743	151	829	186	900	221	950	256	999
47	492	82	649	117	745	152	832	187	902	222	952	257	1001
48	498	83	652	118	747	153	835	188	903	223	953	258	1002
49	504	84	655	119	750	154	838	189	905	224	954	259	1004
50	510	85	658	120	752	155	841	190	906	225	956	260	1005
51	516	86	660	121	754	156	844	191	907	226	957	261	1006
52	522	87	663	122	757	157	847	192	909	227	959	262	1008
53	527	88	666	123	759	158	850	193	911	228	960	263	1009
54	533	89	670	124	762	159	853	194	912	229	962	264	1011
55	537	90	673	125	764	160	856	195	914	230	963	265	1012
56	543	91	677	126	767	161	858	196	915	231	964	266	1014
57	549	92	680	127	769	162	860	197	916	232	966	267	1015
58	555	93	683	128	771	163	862	198	918	233	967	268	1017
59	561	94	686	129	773	164	864	199	919	234	969	269	1018
60	567	95	689	130	775	165	867	200	920	235	970	270	1020
61	571	96	692	131	778	166	869	201	921	236	971	.	.
62	576	97	695	132	780	167	871	202	923	237	973	.	.
63	581	98	698	133	782	168	874	203	924	238	974	.	.
64	586	99	701	134	784	169	876	204	926	239	976	.	.

Auch bei dem ballistischen Apparate ist, ohne die bestehenden Läufe zu verändern, das Hinterladungsprincip eingeführt, indem mau Bleigeschosse anwendet, welche im Durchmesser um 0·024 Zoll größer als der Laufbohrungdurchmesser sind.

Diese Geschosse werden in dem beigegebenen Gußmodel sehr heiß gegossen, und durch das Beschneiden des Bodens auf das Gewicht von 400 Gran gebracht, wobei 0·5 Gran mehr oder weniger tolerirt werden kann.

Vor dem Gebrauche werden dieselben gut eingefettet und beim Laden mittelst eines metallenen Setzers von rückwärts in den Lauf gezwängt, — so daß die Länge des Laderaums 1 Zoll beträgt.

Bezüglich der Reinigung des Laufes nach jedem Schusse gilt dasselbe, was hierüber bei der Pulverprobe angeführt ist.

Da weder das Kugelgewicht noch die Druckfläche des Meißels eine Veränderung erlitt, so können die Werthe der Kerbenlängen und Grade wie früher aus Tafel II und XIII entnommen werden.

3. Neuer Receptor ohne Bleikegel.

Derselbe ist aus Gußstahl erzeugt und besteht, wie Fig. 5 zeigt, aus dem eigentlichen Receptor *A* und dem Deckel *B*.

Das Gewicht dieses Receptors beträgt 3·17 Pfunde, ist durch Versuche ermittelt etwas größer als das des alten, und so bemessen, daß im Vergleiche mit dem Letzteren keine Änderung in den ballistischen Angaben eintritt, z. B.

Pulvergattung	Grane	Alter Receptor — Grade	Neuer Receptor — Grade
Gewehrpulver von einem Erzeugungsversuche	28	86— 84— 83— 84	83— 85— 84— 83
Geschütz-Pulver	28	103—102—105—103	100—103—104—102
Gewehr-Pulver	28	118—120—120—121	122—121—120—121
Französisches Jagd-Pulver	29	156—154—150—157	153—153—153—154

Vor dem Gebrauche wird sowohl die konische Durchbohrung als auch die Höhlung im Deckel gut eingeölt, der Deckel fest niedergeschraubt und der Receptor wie früher in den Apparat eingesetzt.

Beim Schusse dringt das Geschoß central in die konische Bohrung ein und überträgt seine Kraft an den Receptor.

Der größte Theil des Bleies bleibt in der konischen Bohrung stecken und nur ein kleiner Theil desselben spritzt in die Deckelhöhlung hinauf, wo es fest anhaftet.

Nach dem Schusse wird der Deckel abgeschraubt und das über die konische Bohrung hervorragende Bleizäpfchen *a* mittelst der Reinigungszange, Fig. 6, etwas über der oberen Fläche des Receptors abgezwickt.

Durch sanftes Klopfen auf den stehen gebliebenen Theil des Bleizäpfchens fällt gewöhnlich der in der Bohrung steckende Bleikonus heraus. Sollte dies nicht geschehen, so drückt man denselben mittelst des an der Zange angebrachten Kupferstiftes *a* durch.

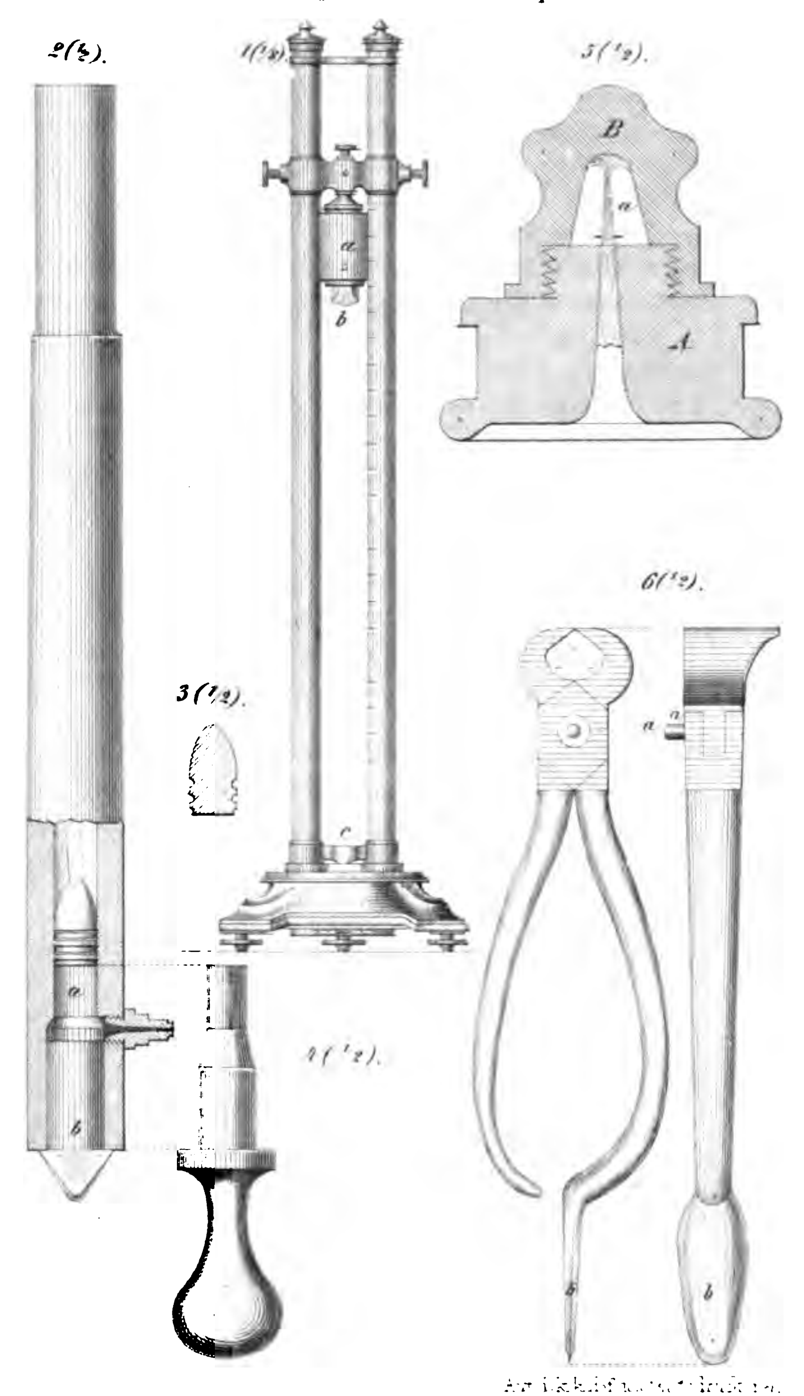
Das im Deckel anhaftende Blei wird mittelst des ebenfalls an der Zange angebrachten Ausreibers *b* entfernt.

Wird der Deckel nicht ganz fest auf den Receptor niedergeschraubt, so kann es geschehen, daß beim Schusse Blei bis in die Schraubengewinde eindringt, wodurch dann das Abschrauben des Deckels mit der Hand nicht mehr angeht, sondern mittelst eines beigegebenen Schlüßels geschehen muß.

Die Gleichförmigkeit der ballistischen Angaben für gleichartige Schüsse ist bei dem neuen Receptor größer als bei dem alten; unter 50 Schüssen betrug die größte Differenz bei dem neuen Receptor 2·7, bei dem alten 6·6 Percente der mittleren Geschoßgeschwindigkeit.

Auch für den ballistischen Apparat wurde ein ähnlich construirter Receptor ohne Bleikegel versucht, jedoch ohne Erfolg, da die mit voller Ladung abgeschossene Kugel jedes ihr entgegengestellte Materiale in kurzer Zeit zerstört.

Uchatius. Einige Veränderungen an meiner Pulverprobe.



Mittheilungen aus dem chemischen Laboratorium in Innsbruck.

IX. Über die Gerbsäure der Eichenrinde.

Von **A. Grabowski** [1].

(Vorgelegt in der Sitzung am 25. Juli 1867.)

Die wässerige Abkochung zerkleinerter Eichenrinde ist rothbraun und trübe. Versetzt man sie mit Schwefelsäure, so fällt ein brauner, flockiger Niederschlag heraus, der abfiltrirt und mit Wasser behandelt schlammig wird und sich mit Hinterlassung eines braunen Rückstandes größtentheils wieder löst.

Dieser Fällbarkeit durch Schwefelsäure nach verhält sich der Auszug der Eichenrinde ähnlich dem der Galläpfel, allein während bei dem letzteren diese Fällung, wie man durch Strecker weiß, wesentlich aus Tannin besteht, aus welchem sich durch Kochen mit verdünnter Schwefelsäure und Ausziehen der Flüssigkeit mit Äther Gallussäure gewinnen läßt, erhält man aus der Schwefelsäurefällung des Eichenrindenauszugs bei der gleichen Behandlung nur Spuren dieser Säure, statt deren aber eine Ausscheidung eines rothen, amorphen Körpers, des Eichenroth's.

Der Hauptbestandtheil der Eichenrinde ist, nächst dem in ihr abgelagerten Phlobaphen, eine amorphe, durch essigsaures Blei fällbare Gerbsäure, die mit verdünnter Schwefelsäure gekocht, zerfällt. Ihre Zersetzungsproducte sind das erwähnte Eichenroth und Zucker.

Die gewöhnliche Methode der Bleifällung ist auch hier die beste, die Gerbsäure zu isoliren.

Fällt man das Rindendekokt fractionirt, entfernt den ersten kleineren schmutzigbraunen Antheil des Niederschlags und sammelt

---

[1] Nachtrag zu der Untersuchung „Über einige Gerbsäuren". Sitzungsber. d. Wiener Akad. LV. Bd. Jänner- und April-Heft.

nur die spätere, lichtere Partie von reinerer Farbe, wäschst diese aus, zersetzt sie mit Schwefelwasserstoff und dampft das Filtrat vorsichtig ein, so hinterbleibt die Gerbsäure als gelbbraune amorphe Masse.

Ihre wässerige Lösung wird von Leim und Brechweinsteinlösung gefällt, sie gibt mit Eisenchlorid eine tintenartige Reaction und diese Färbung wird auf Zusatz von Soda roth.

Mit verdünnter Schwefelsäure längere Zeit im Sieden erhalten, läßt sie das Eichenroth herausfallen, und in dem Filtrat von diesem findet sich Zucker, der so abgeschieden wurde wie in früheren Abhandlungen beschrieben ist.

Er erschien als gelblicher Syrup von den bekannten Reactionen, verträgt längeres Trocknen im Wasserbade nicht ohne sich zu bräunen und wurde daher vor der Analyse blos eine Zeit lang einer Temperatur von 60° ausgesetzt.

0·2259 Grm. Substanz gaben (nach Abzug einer kleinen Menge Asche) 0·3899 Grm. Kohlensäure und 0·1178 Wasser.

	$C_{12}H_{18}O_9$	
C —	47·1 —	47·1
H —	5·9 —	5·8

Von der Abwesenheit der Gallussäure (beziehungsweise des Tannins) in der Eichengerbsäure überzeugte man sich dadurch, daß man die nach dem Kochen mit Schwefelsäure erhaltene, vom Eichenroth abfiltrirte Flüssigkeit mit Äther mehrmals ausschüttelte. Der Äther hinterließ nach dem Verdunsten nur Spuren eines amorphen, braunen Rückstandes [1]).

Das Eichenroth zeigt die allgemeinen Eigenschaften jener braunen, amorphen Körper, die man auch aus anderen Gerbsäuren

---

[1]) Mit einiger Sicherheit, aber auch nur durch qualitative Reactionen und Gegenproben konnte Gallussäure nachgewiesen werden, als einmal die Abkochung von 5 Pfund Rinde total mit Bleizuckerlösung gefällt, der ausgewaschene Niederschlag mit verdünnter Schwefelsäure zersetzt und das Filtrat mit einem Überschuß der Säure einige Stunden gekocht wurde.

Die vom Eichenroth befreite Flüssigkeit gab an Äther neben etwas amorpher, extractartiger Masse einige Milligramme einer krystallisirten Substanz ab, die die Reactionen der Gallussäure zeigte. Stenhouse hat in früheren Versuchen in der Eichenrinde weder Tannin noch Gallussäure gefunden. Es ist sehr möglich, daß Rinden von verschiedenem Alter gar nichts davon enthalten und jedenfalls kommen beim Gerben mit Eichenlohe diese Stoffe kaum in Betracht.

erhält. Es löst sich in Ammoniak auf und läßt sich durch Salzsäure wieder fällen. Ebenso löst es Weingeist und fällt es Wasser.

Es wurde dieser Reinigung unterzogen und zuletzt lange mit Wasser ausgewaschen.

Die Analysen der bei 120° getrockneten Präparate von mehreren Bereitungen gaben den Kohlenstoffgehalt zwischen 57·2 und 59 Proc., den Wasserstoffgehalt zwischen 4·2 und 4·5.

Das Eichenroth ist wenig verschieden von dem Eichenphlobaphen.

Dieses letztere wurde aus der mit Wasser erschöpften Rinde mit Ammoniak ausgezogen und aus der braunen Lösung mit Salzsäure gefällt [1]).

So gereinigt wie das Eichenroth gab es in zwei Versuchen:

0·2816 Grm. bei 120° getrockneter Substanz gaben 0·5717 Grm. Kohlensäure und 0·1099 Grm. Wasser.

0·2771 „ bei 120° getrockneter Substanz gaben 0·5619 Grm. Kohlensäure und 0·1097 Grm. Wasser.

	In 100 Theilen	
C	55·4	55·3
H	4·3	4·4

Die mit Vermeidung eines Überschusses dargestellte ammoniakalische Lösung gibt mit Chlorcalcium und Chlorbaryum braune, flockige Calcium und Baryumverbindungen.

Nach sorgfältigem Waschen wurden sie auf Porzellan ausgetrocknet und zerrieben. (Für die Analyse bei 130° getrocknet.)

Calciumverbindung.

0·2538 Grm. Substanz gaben 0·4811 Grm. Kohlensäure u. 0·0946 Grm. Wasser
0·3598 „ „ „ 0·0756 „ schwefels. Kalk.

Baryumverbindung.

0·2749 Grm. Substanz gaben 0·4685 Grm. Kohlensäure u. 0·0838 Grm. Wasser
0·3373 „ „ „ 0·1021 „ schwefels. Baryt.

C	51·7	C	46·5
H	4·1	H	3·4
Ca	6·2	Ba	17·8

[1]) Ein Theil Eichenphlobaphen ist auch in der Abkochung der Rinde (wahrscheinlich durch etwas Alkali gelöst) enthalten.

Es geht in die Fällung über, die Schwefelsäure darin hervorbringt, und bleibt zurück, wenn man diese mit viel Wasser behandelt.

Hiefür hätte man annähernd die Formeln:

$C_{26}H_{24}\Theta_{14}$	$C_{26}H_{22}Ca\Theta_{14}$	$C_{26}H_{22}Ba\Theta_{14}$
C — 55·7	C — 52·2	C — 44.9
H — 4·3	H — 3·7	H — 3·2
	Ca — 6·7	Ba — 19·7

Oxydirt man das Eichenphlobaphen mit schmelzendem Kalihydrat und trennt die Producte, so wie früher mehrfach beschrieben wurde, so findet man als Endprodukte Phloroglucin und Protocatechusäure, deren Nachweis keine Schwierigkeiten bot.

Bei einem andern Versuche dieser Art, wo die Hitze etwas andauernder gewesen war, war die letztere zum Theil in Brenzcatechin verwandelt worden.

Ein dritter Versuch endlich, der bald nach der Wasserstoffentwickelung unterbrochen wurde, gab eine durch Bleizucker fällbare, und dadurch von Phloroglucin trennbare, krystallisirte Verbindung, deren Reactionen von denen der Protocatechusäure darin etwas abweichend waren, daß ihre Lösung von Eisenchlorid nicht grün, sondern zuerst blau gefärbt wurde; ihre Analyse wies weniger Kohlenstoff und mehr Krystallwasser aus, als der Protocatechusäure zukommt, von der sie übrigens wahrscheinlich nicht frei war.

Ihre Menge war jedoch zu einer weiteren Ermittelung ihrer Verhältnisse nicht ausreichend. Sie scheint ein Zwischenglied dieses Oxydationsprocesses zu sein, der mit der Bildung von Phloroglucin und Protocatechusäure endigt und in dieser Richtung wäre der Versuch später wieder aufzunehmen.

Das Eichenphlobaphen reiht sich also einer Anzahl verwandter Substanzen an, denen die Bildung von Phloroglucin und Protocatechusäure bei der Oxydation durch Ätzkali gemeinsam ist. Auf denselben Kohlenstoffgehalt bezogen, vergleicht sich ihre Zusammensetzung wie folgt:

$C_{26}H_{24}\Theta_{12}$	Kastaniengerbstoff,
$C_{26}H_{22}\Theta_{12}$	Oxydationsproducte desselben,
$C_{26}H_{24}\Theta_{13}$	Oxydationsproducte desselben,
$C_{26}H_{24}\Theta_{14}$	Eichenphlobaphen,
$C_{26}H_{22}\Theta_{11}$	Kastanienroth,
$C_{26}H_{22}\Theta_{11}$	Ratanhiaroth,
$C_{26}H_{18}\Theta_{12}$	Filixroth.

X. Über die Bestandtheile der Tormentillwurzel.

Von O. Rembold.

Nachdem ich in einer früheren Untersuchung die Ellagsäure als Zersetzungsproduct des Granatgerbstoff's aufgefunden hatte [1]), beabsichtigte ich, die Verhältnisse dieser Säure und ihre Beziehung zur Gallussäure näher zu studieren, und versuchte, ob nicht die Tormentillwurzel, die auch unter den ellagsäurehaltigen Materialien genannt wird, eine reichlichere Gewinnung derselben möglich machte als die Granatwurzelrinde und die Galläpfel, aus welchen letzteren die Ausbeute, nach der bis jetzt bekannten Methode wenigstens, eine noch geringere und unzuverlässigere ist.

Ich erreichte zwar meinen Zweck nicht, denn die Ellagsäure ist in der Tormentillwurzel spärlich vorhanden, aber ich habe bei dieser Gelegenheit festgestellt, daß sich ihr Gerbstoff in ein Phlobaphen überführen läßt, welches mit Kalihydrat oxydirt Protocatechusäure und Phloroglucin liefert, und habe außerdem in ihr eine ziemlich reichliche Menge der, für die Chinarinden bisher für charakteristisch gehaltenen Chinovasäure aufgefunden.

Das wässerige Decoct der gröblich gestoßenen Wurzel wurde mit Bleizucker ausgefällt, der Niederschlag ausgewaschen, unter warmem Wasser mit Schwefelwasserstoff zerlegt und die erhaltene Flüssigkeit etwas eingeengt.

Eine Partie derselben wurde neuerdings mit Bleizucker versetzt, und die von Niederschlag getrennte Flüssigkeit mit basischessigsaurem Blei ausgefällt.

Der erste Niederschlag (*a*) war blaßröthlich, der letztere (*b*) fast weiß. Beide, wohl ausgewaschen und neuerdings zersetzt gaben die Flüssigkeiten *A* und *B*.

A war rothbraun, gab an Äther weder Gallussäure noch einen anderen krystallisirten Körper, sondern nur Spuren einer amorphen extractartigen Substanz ab.

---

[1]) Sitzungsber. d. Wiener Akad. LV. Bd. April-Heft.

Mit verdünnter Schwefelsäure einige Stunden lang gekocht schied sich rothbraunes amorphes Tormentillroth nebst kleinen Mengen Chinovasäure aus.

(Gegen Äther als Lösungsmittel verhält sich die Flüssigkeit nach dem Kochen mit Schwefelsäure wie vor dieser Behandlung.)

In der vom Tormentillroth getrennten Flüssigkeit ist Zucker enthalten.

(Gewonnen durch Überführen der Schwefelsäure in schwefelsaures Blei, Entbleien des Filtrats mit Schwefelwasserstoff, Eindampfen, Reinigen mit Kohle.)

Honiggelber Syrup von den bekannten Zuckerreactionen. Bei 60° getrocknet gab er analysirt die Zahlen:

0·249 Grm. Substanz gaben 0·3638 Grm. Kohlensäure u. 0·1528 Grm. Wasser.

	$C_6H_{12}O_6$		
C	40·6	—	39·8
H	6·6	—	6·8

Verdampft man *A* bis zum Extract, und kocht man dieses mit concentrirter Kalilauge durch etwa zwei Stunden, sättigt dann mit Schwefelsäure ab, filtrirt und schüttelt mit Äther aus, so geht in den ätherischen Auszug eine Quantität Ellagsäure, welche durch ihre Schwerlöslichkeit in Wasser trennbar ist von einem zweiten Körper, der sich im Verdampfungsrückstande des Äthers befindet. Dieser ist durch Bleizucker fällbar, krystallinisch, gibt mit Eisenchlorid eine blaue, vergrünende Farbenerscheinung.

Bei der Analogie des Verhaltens hatte es etwas Wahrscheinliches, daß diese Substanz blos eine durch einen Nebenbestandtheil verunreinigte Protocatechusäure sei, allein die kleine Menge verfügbaren Materials ließ eine sichere Entscheidung hierüber nicht zu. Phloroglucin fand sich nicht vor.

Tormentillroth. Das, wie vorhin angegeben erhaltene rohe Product enthält noch eine kleine Menge Chinovasäure, die man am besten durch eine Behandlung mit Barytwasser abtrennt. Die Chinovasäure geht in Lösung, und das Tormentillroth gibt mit dem Baryt eine unlösliche braune Verbindung die man sorgfältig auswäscht.

Dann zersetzt man sie noch feucht mit Salzsäure, filtrirt und wäscht wieder aus, löst endlich den Rückstand in sehr verdünntem Ammoniak, und fällt das Filtrat mit Salzsäure. Rothbrauner amorpher

Niederschlag von den Lösungs- und Verbindungsverhältnissen der Phlobaphene.

Bei 125° getrocknet gab die Analyse:

0·2467 Grm. Substanz gaben 0·5536 Grm. Kohlensäure u. 0·0954 Grm. Wasser.

In 100 Theilen: C 61·2; H 4·3.

Das Tormentillroth hat sonach dieselbe procentische Zusammensetzung wie das Ratanhiaroth von Grabowski und das Kastanienroth von Rochleder und ist damit wahrscheinlich identisch, denn es gibt wie diese Beiden, bei der Oxydation mit schmelzendem Ätzkali Protocatechusäure und Phloroglucin, die nach bekannter Methode getrennt und erkannt wurden.

Die aus dem Bleiniederschlag *b* erhaltene Flüssigkeit *B* war fast farblos, und gab beim vorsichtigen Verdampfen unter schwach gelbröthlicher Färbung der Flüssigkeit einen entsprechend gefärbten amorphen zerreiblichen Rückstand von Tormentillgerbstoff. Es fand sich, daß derselbe bei 120° getrocknet beinahe dieselbe Zusammensetzung hat wie das Tormentillroth, in welches er sich beim Kochen mit verdünnter Schwefelsäure verwandelt, wobei kaum Spuren von Zucker nachweisbar waren.

0·2654 Grm. Substanz gaben 0·5916 Grm. Kohlensäure u. 0·1059 Grm. Wasser.
0·255 „ „ „ 0·5675 „ „ „ 0·1079 „ „

			$C_{26}H_{22}O_{11}$
C	60·8	60·7	61·2
H	4·6	4·7	4·3

Eine ähnliche Verwandlung erfährt der Kastaniengerbstoff, der sich, bei 100° getrocknet, von dem daraus gebildeten Kastanienroth nur durch + H_2O unterscheidet [1]).

Der Tormentillgerbstoff fällt Leimlösung und gibt mit Eisenchlorid eine blaugrüne Reaction, die auf Zusatz von Soda dunkelviolettroth wird.

Eine größere aber sehr unreine Partie dieses Gerbstoffs enthält offenbar die Flüssigkeit *A*, aus der beim Kochen mit Schwefelsäure neben dem Tormentillroth etwas Zucker erhalten worden war.

[1]) Rochleder, Sitzungsber. d. Wiener Akad. 1866. November-Heft. Im Auszuge: Zeitschrift für Chemie 1867. 76.



Der letztere scheint vornehmlich von Chinovin herzurühren, welches in Zucker und Chinovasäure spaltbar ist [1]).

Chinovasäure läßt sich überdies aus der Wurzel ziemlich reichlich nach folgendem Verfahren gewinnen:

Man kocht sie zweimal mit dünner Kalkmilch aus, filtrit das Decoct und macht es mit Salzsäure sauer.

Der herausfallende voluminöse, flockige, schmutzig röthliche Niederschlag wird ausgewaschen, in Barytwasser vertheilt, aufgekocht und filtrirt. Am Filter bleibt ein rothbrauner Rest, der das Phlobaphen enthält.

Das Filtrat wird wieder mit Salzsäure gefällt, der gut gewaschene Niederschlag in viel Alkohol heiß gelöst, und diese noch röthliche Lösung mit Thierkohle bis zur völligen Entfärbung gekocht.

Destillirt man nun von dem Filtrat einen Theil des Weingeists ab, so fällt die Säure als farbloses sandiges Krystallpulver heraus, ein starkes Stossen der Flüssigkeit verursachend.

Man trennt dasselbe von der Mutterlauge, die beim Abdampfen noch eine weitere Quantität liefert, und wäscht die Krystalle mit kaltem Alkohol. Sie sind blendend weiß, von sehr scharf ausgebildeten mikroskopischen Formen, und von allen den Eigenschaften, die Hlasiwetz zuletzt von dieser Säure, die homolog ist mit der Phtalsäure, angegeben hat.

0·2467 Grm. bei 100° getrockneter Substanz gaben 6·665 Grm. Kohlensäure u. 0·2176 Grm. Wasser.

0·2510 „ bei 100° getrockneter Substanz gaben 0·6802 Grm. Kohlensäure u. 0·2236 Grm. Wasser.

				$C_{24}H_{38}O_4$
C	— 73·5	— 73·9	—	73·8
H	— 9·8	— 9·9	—	9·7

[1]) Annalen d. Chemie CXI. 182.

XI. Über die Isodulcitsäure.

Von G. Malin.

Isodulcit wurde von Hlasiwetz und Pfaundler der Zucker genannt, der durch die Einwirkung verdünnter Schwefelsäure aus Quercitrin erhalten wird [1]).

In der betreffenden Abhandlung ist schon erwähnt, daß aus demselben eine, der Zuckersäure ähnliche Säure erhalten werden kann, deren nähere Untersuchung später folgen sollte.

Von Prof. Hlasiwetz mit dem Material versehen, habe ich auf seine Veranlassung die folgenden Versuche ausgeführt.

15 Grm. Isodulcit wurden mit Salpetersäure von 1·33 spec. Gewicht in einem Kolben oxydirt, und die Flüssigkeit unter öfterer Zugabe neuer Säuremengen so lange im schwachen Sieden erhalten, als die Bildung rother Dämpfe andauerte. Nach einer Stunde war die Reaction beendigt; das Ganze wurde dann in eine Schale gebracht, auf dem Wasserbade der größte Theil der Salpetersäure verjagt, dann der Rest mit Wasser gehörig verdünnt, bis zur beginnenden alkalischen Reaction mit Kalkmilch versetzt, filtrirt, und die Flüssigkeit mit Bleizuckerlösung gefällt.

Der reichlich entstandene weisse Niederschlag wurde gut ausgewaschen, und unter warmem Wasser mit Schwefelwasserstoff zerlegt.

Die vom Schwefelblei getrennte Flüssigkeit gab nun in gelinder Wärme verdunstet einen schwach gefärbten Syrup, der, wenn auch erst nach wochenlangem Stehen, krystallisirte.

Die Krystalle sind körnig, glasartig, durchsichtig, mit Thierkohle leicht zu entfärben, kaum in Weingeist, leicht in Wasser löslich, von rein und angenehm saurem Geschmack, ohne reducirende Wirkung auf eine alkalische Lösung von Kupferoxyd.

---

[1]) Annal. d. Chemie. CXXVII. Bd. S. 362.

Im Wasserbade schmelzen sie, verlieren fortwährend an Gewicht, und bräunen sich. Übereinstimmmende Zahlen waren von so getrockneter Substanz bei der Analyse nicht zu erhalten [1]).

Über Schwefelsäure getrocknet aber gab sie Zahlen, welche sich den Gehalten einiger untersuchter Salze anschließen, und zur Formel $C_6H_{10}O_9$ führen.

I. 0·3205 Grm. Subst. gaben 0·3703 Grm. Kohlens. und 0·137 Grm. Wasser.
II. 0·250 „ „ „ 0·292 „ „ „ 0·108 „ „

	$C_6H_{10}O_9$	I.	II.
C	31·9	31·5	31·8
H	4·4	4·7	4·8

Barynmsalz. *a)* Erhalten durch Absättigen einer heißen Lösung der Säure mit kohlensaurem Baryum. Das Filtrat trübte sich nach dem Auskühlen, und ließ einen undeutlich krystallinischen Niederschlag fallen. Die Mutterlaugen gaben beim Eindampfen eine weitere Quantität.

b) Weisser Niederschlag, entstanden in einer, mit Ammoniak abgesättigten Säurelösung durch Chlorbaryum.

Er wurde etwas ausgewaschen, dann zwischen Papier abgepreßt.

In größeren Wassermengen ist er löslich.

Für die Analyse wurde bei 120° getrocknet.

a) 0·2326 Grm. Subst. gaben 0·1666 Grm. Kohlens. und 0·0539 Grm. Wasser.
0·232 „ „ „ 0·151 „ schwefelsaures Baryum.
b) 0·285 „ „ „ 0·199 „ Kohlens. und 0·0601 Grm. Wasser.
0·295 „ „ „ 0·189 „ schwefelsaures Baryum.

	$C_6H_8Ba_2O_9$	*a*	*b*
C	19·9	19·5	19·0
H	2·2	2·6	2·3
Ba	38·0	38·3	37·7

Calciumsalz. Es wurden zwei Salze *a* und *b* nach den beim vorigen Salz befolgten Darstellungsweisen gewonnen, die dieselben äußeren Verhältnisse zeigten. Getrocknet bei 120°.

---

[1]) Gefunden wurden:

	nach 5stünd. Trocknen		nach 7stünd. Trocknen (braun)
C	36·3	35·5	40·0
H	3·7	4·0	3·2

a) 0·205 Grm. Subst. gaben 0·205 Grm. Kohlens. und 0·060 Grm. Wasser.
0·205 „ „ „ 0·1088 „ schwefelsaures Calcium.
b) 0·296 „ „ „ 0·157 „ „ „

	$C_6H_8Ca_2O_9$		*a*		*b*
C —	27·3	—	27·3	—	„
H —	3·0	—	3·2	—	„
Ca —	15·2	—	15·6	—	15·6

Cadmiumsalz. Wie die vorigen Salze *(a)* dargestellt. Undeutlich krystallinische Ausscheidungen und Häute.

0·2373 Grm. bei 120° getrocknete Substanz gaben 0·1848 Grm. Kohlen. und 0·0585 Grm. Wasser.

	$C_6H_8Cd_2O_9$		
C —	21·4	—	21·2
H —	2·4	—	2·7

Bleisalz. Der weisse Niederschlag, den Bleizuckerlösung in einer Lösung der Säure hervorbrachte, gab sorgfältig ausgewaschen und zuerst an der Luft, dann bei 120° getrocknet:

0·284 Grm. Subst. gaben 0·1254 Grm. Kohlens. und 0·0322 Grm. Wasser.
0·284 „ „ „ 0·1957 „ Bleioxyd.

	$C_6H_7Pb_3O_9$		$C_6H_6Pb_4O_9$		Gefunden
C —	13·5	—	11·3	—	12·0
H —	1·3	—	0·9	—	1·3
Pb —	58·1	—	65·1	—	64·0

Ammoniumsalz. Eine, mit Ammoniak abgesättigte Lösung der Säure erstarrt, nach dem sie syrupdick geworden ist, bei sehr langem Stehen zu strahliger hyproskopischer Krystallmasse. Durch Fällen einer Lösung derselben mit Silbernitrat entsteht ein

Silbersalz in Form eines weissen, in Wasser ziemlich löslichen Niederschlages, der sich im Licht etwas färbt.

Die verfügbare Menge Materials ließ eine weitere Ausdehnung der Versuche über die Isodulcitsäure vorläufig nicht zu. Ihrer empirischen Formel nach ist sie das sauerstoffreichste Glied einer Reihe von Verbindungen, die mit dem Milchzucker beginnt:

$C_6H_{10}O_5$	—	Milchzucker
$C_6H_{10}O_6$	—	Diglycoläthylensäure u. Isodiglycoläthylensäure [1])
$C_6H_{10}O_7$	—	?
$C_6H_{10}O_8$	—	Zuckersäure
$C_6H_{10}O_9$	—	Isodulcitsäure

[1]) Annal. d. Chemie. CXXII. Bd. S. 96.

Die Isodulcitsäure entsteht aus dem Isodulcit so wie die Oxalsäure aus dem Alkohol.

$$\underbrace{C_2H_6O}_{\text{Alkohol}} + \underbrace{5O} = \underbrace{C_2H_2O_4}_{\text{Oxalsäure}} + \underbrace{2H_2O}$$

$$\underbrace{C_6H_{14}O_6}_{\text{Isodulcit}} + \underbrace{5O} = \underbrace{C_6H_{10}O_9}_{\text{Isodulcitsäure}} + \underbrace{2H_2O}$$

XII. Zur Kenntniss des Campher's.

Von G. Malin.

Baubigny hat vor einiger Zeit mitgetheilt, daß, wenn man in eine auf 90° erwärmte Lösung von Campher in Benzol oder Toluo-Natrium einträgt, eine Substitution des Wasserstoffs im Campher durch das Metall eintritt [1]).

(Aus der gebildeten Verbindung $C_{10}H_{15}O$. Na stellte er Derivate mit Äthyl und Acetyl dar.)

Nach einer Beobachtung von Prof. Hlasiwetz ist dies jedoch nur die erste Phase einer Reaction, die, wenn man die Campherlösung mit Natrium andauernd erhitzt, in eine zweite übergeht, aus welcher andere Producte hervorgehen.

Er überließ mir die Ausführung der im Folgenden beschriebenen Versuche.

Es befand sich eine Lösung von Campher in Steinöl in einer aufgerichteten Retorte, die mit einem Kühlapparate versehen war, und in die siedende Flüssigkeit wurden in dem Maße als sie verschwanden, erbsengroße Kaliumstücke eingetragen.

Dadurch wurde sie braun und allmälig bildeten sich in ihr krümliche Ausscheidungen, die sich zuletzt so vermehrten, daß der ganze Retorteninhalt breiig erschien. In diesem Zeitpunkte begann ein weißer Dampf die Retorte zu erfüllen und neue Kaliumstücke wurden nicht weiter gelöst.

Dieser Punkt trat bei Anwendung von 10 Grm. Campher in der dreifachen Menge Steinöl gelöst, nach etwa zwei Stunden ein.

[1]) Comptes rendues. 1866. S. 63. p. 221. — Im Auszuge Centralblatt 1866. 968.

Nach dem Auskühlen wurden die letzten Kaliumstücke mit der Pincette entfernt, der Brei auf Leinwand gebracht, und nachdem er abgetropft war, in einer Presse zwischen Papier trocken gepreßt.

Die weiße ausgepreßte Masse enthält nun neben einer ziemlichen Menge einer campherähnlichen Substanz eine in Wasser lösliche Kaliumverbindung, die man nach dem Zerreiben des Ganzen auf einem Filter auswaschen kann.

Die gelbliche Lösung concentrirt man zweckmäßig unter der Luftpumpe.

Man erhält dann hübsche blätterige Krystalle, schwach gefärbt, oder auch ganz farblos, die von der Flüssigkeit getrennt, auf Papier abgetrocknet wurden.

Sie sind, trotzdem sie sich außerordentlich leicht in Wasser lösen, nicht hydroskopisch, und werden in der Wärme unter Wasserverlust matt.

Versetzt man ihre Lösung mit verdünnter Salzsäure, so scheidet sich sofort die Säure dieser Kaliumverbindung in der Form schneeweißer, klumpiger Flocken aus. Sie werden auf einem Filter mit Wasser ausgewaschen und aus verdünntem Alkohol umkrystallisirt, oder man trocknet sie und reinigt sie durch Destillation aus einem Retörtchen.

Das klare ölige Destillat erstarrt schnell zu farbloser Krystallmasse, deren Eigenschaften sogleich an die Campholsäure erinnerten, mit welcher vor einigen Jahren Dr. Barth im hiesigen Laboratorium Versuche anstellte [1]). In der That bestätigten die analytischen Bestimmungen vollständig die Identität mit dieser Substanz, von der sich noch eine Probe zum Vergleiche vorfand.

0·2998 Grm. Substanz gaben 0·7776 Grm. Kohlensäure u. 0·2892 Grm. Wasser.

	$C_{10}H_{18}O_2$	
C	— 70·6 —	70·7
H	— 10·6 —	10·7

Dazu gab die Kaliumverbindung:

0·3868 Grm. Substanz verloren bei 130° 0·0581 Grm. Wasser.

0·3288 „ „ gaben (getrocknet) 0·1378 Grm. schwefels. Kalium.

$C_{10}H_{17}KO_2$		Gefunden	$C_{10}H_{17}KO_2$ —	Berechnet	Gefunden
K — 18·8	—	18·8	$_2H_2O$ —	14·8 —	15·0

[1]) Annalen d. Chemie CVII. 249.

Man kannte bis jetzt nur eine Entstehungsweise der Campholsäure aus dem Campher: die, durch die Einwirkung des Natronkalk's auf denselben in der Hitze, die man durch die Gleichung:

$C_{10}H_{16}O + H_2O = C_{10}H_{18}O_2$ ausgedrückt hat [1]).

Von einer solchen directen Addition von Wasser kann aber natürlich bei der Einwirkung des Kaliums auf den Campher nur dann die Rede sein, wenn man annimmt, daß dasselbe durch die Zersetzung eines zweiten Molecül's Campher disponibel wird, wobei Cymol entstehen müßte:

$$\underbrace{2C_{10}H_{16}O}_{\text{Campher}} = \underbrace{C_{10}H_{18}O_2}_{\text{Campholsäure}} + \underbrace{C_{10}H_{14}}_{\text{Cymol}}$$

oder

$$\underbrace{C_{10}H_{16}O} + \underbrace{C_{10}H_{15}KO} = \underbrace{C_{10}H_{17}KO_2} + \underbrace{C_{10}H_{14}}$$

Ich kann jedoch über das Vorhandensein des Cymol's neben der Campholsäure keine directen Beweise beibringen. Indessen muß man die Schwierigkeit, es unter diesen Verhältnissen aufzufinden, berücksichtigen.

Es müßte nach der vorstehenden Beschreibung in der abgepreßten Steinölmenge enthalten sein, in der sich außerdem noch freier Campher und Borneol aufgelöst befindet.

Eine Trennung durch fractionirte Destillation bot von vornherein wenig Aussicht auf Erfolg und erwies sich auch bei einem Versuch als unausführbar.

Da nach den Erfahrungen Kraut's das Cymol ein krystallisirbares Dinitrocymol gibt, so wurde mit dem Destillat des öligen Gemisch's eine Behandlung nach seiner Angabe versucht. (Vergl. Annal. d. Chemie XCII. 70.)

Es enstanden drei Flüssigkeitsschichten, deren mittlere gelbrothe die nitrirten Producte enthielt; obenauf schwamm das Steinöl. Die nitrirte Schichte auf einer Schale sich selbst überlassen, verdickte sich bei langem Stehen ohne Krystalle zu bilden; ebenso wenig konnte durch Lösungsmittel aus ihr ein krystallisirter Körper abgeschieden werden.

Zuletzt wurde versucht, das vermuthete Cymol durch Chromsäure zu oxydiren und zu diesem Zweck das ölige Gemisch 8 Stunden lang in einem Kolben mit einer Mischung von chromsaurem Kali und verdünnter Schwefelsäure gekocht.

---

[1]) Kekulé, Lehrbuch II. 442.

Dabei war das Steinöl und der darin gelöste Campher größtentheils unangegriffen geblieben und konnte durch einen Scheidetrichter von der sauren Flüssigkeit getrennt werden. Diese, die übrigens nur dunkelbraun nicht grün war, gab an Äther eine ganz kleine Menge einer farblosen, in Wasser fast unlöslichen Substanz ab, die durch Lösen in verdünnter Kalilauge und Fällen mit Salzsäure in der Form undeutlicher, mikroskopischer Kryställchen erhalten wurde. Zu vergleichenden Versuchen war ihre Quantität, die nur einige Milligramme betrug, unzureichend.

In einem späteren Bericht theilt Baubigny mit (Zeitschrift für Chemie 1867. S. 71), daß sich, wie er experimentell nachgewiesen hat, bei der Einwirkung des Natrium's auf eine Lösung von Campher in Toluol kein Wasserstoff frei entwickelt, sondern, sich einem andern Theil des Camphers hinzufügend, Borneol bildet.

$$\underbrace{3\Theta_{10}H_{16}\Theta} + \underbrace{2Na} = \underbrace{2\Theta_{10}H_{15}Na\Theta} + \underbrace{\Theta_{10}H_{18}\Theta}$$

Das Borneol ist von ihm analysirt worden.

Auch bei meinen Versuchen ließ sich die Gegenwart dieser Verbindung nachweisen, welches sich, gemischt mit Campher in der aus der Reaction hervorgehenden Masse befindet, die man von dem öligen Antheil abgepreßt, und mit Wasser ausgelaugt hat.

Um es von dem beigemischten Campher zu trennen, wurde, wie auch Baubigny that, nach Berthelot's Angaben verfahren (Chim. org. fondée sur la synthèse I. 147), das Gemisch mit Stearinsäure erhitzt, der Campher absublimirt, und das Borneol aus dem Rückstand mit Natronkalk abgeschieden.

Das, durch mehrmaliges Sublimiren gereinigte, in allen Eigenschaften mit Borneol übereinstimmende Präparat gab bei der Analyse:

0·3138 Grm. Substanz gaben 0·8885 Grm. Kohlens. u. 0·334 Grm. Wasser.

	$\underbrace{\Theta_{10}H_{18}\Theta}$	
C	— 77·9	— 77·2
H	— 11·7	— 11·8

XIII. Zersetzung der Camphersäure durch Ätzkali.

Von H. Hlasiwetz und A. Grabowski.

Das Verhalten verschiedener organischer Verbindungen, besonders der Säuren, zu Ätzkalien, ist in jenen Fällen oft sehr lehrreich, wo bei hoher Temperatur, mindestens dem Schmelzpunkte des Alkalis, zugleich oxydirende Wirkungen Platz greifen, so daß die Reaction gewissermassen als trockene Destillation bei Gegenwart einer oxydirenden Substanz sich darstellt.

Von diesen Fällen sind mehrere genau studirt und sie beweisen, daß der Versuch bei schematisch gleich constituirten, z. B. homologen Verbindungen, auch eine Gleichmäßigkeit der Zersetzungsproducte ergibt, die zu einem Schluß auf die Constitution der Verbindungen führen kann.

So zerfallen die der Acrylsäure homologen Säuren sämmtlich in Essigsäure, und eine dieser homologen Säure, wobei Wasserstoff entwickelt wird.

Indessen läßt sich für Säuren anderer Gruppen, wenn sie auch manches ähnliche im Verhalten, gleiche Basicitätsverhältnisse u. dgl. zeigen, nicht immer ein analoges Zerfallen voraussagen, ja man findet sogar merkwürdige Ausnahmen bezüglich der Zersetzungsfähigkeit überhaupt, besonders dann, wenn das Alkali im Überschuß angewendet war.

So weiß man, z. B. wie leicht Benzoësäure in Benzol und Kohlensäure, Salicylsäure, Paraoxybenzoësäure in Phenol und Kohlensäure zerfallen.

Man überzeugt sich aber leicht, daß, wenn man diese Säuren mit einem Überschuß von Ätzkali schmilzt, die Zersetzung nur zum kleinsten Theile und höchst unvollständig vor sich geht, wenn man gleich die Operation sehr geraume Zeit unterhält.

Der Überschuß des Alkalis wirkt hier offenbar hindernd; er schützt die genannten Säuren vor einer Zersetzung, der sie sonst so leicht unterliegen, was theoretisch betrachtet nicht nur nicht vorauszusehen, sondern sehr zu bezweifeln war, zumal die Temperatur

allein schon hätte hinreichen können, sie in ihrem Bestand zu gefährden, und selbst Verbindungen von der Zersetzlichkeit der Protocatechusäure, Gallussäure zeigen unter diesen Verhältnissen eine überraschende, vorläufig kaum zu erklärende Beständigkeit.

Da, wo bei solchen Operationen aber Zersetzungen eintreten, sind die Producte meistens für die Verbindungen so bezeichnend, daß es nur der Ausdehnung der Versuche auf ganze Reihen bedarf, um zu allgemeinen Folgerungen zu führen.

Wir haben gesucht, die Reaction bei einem Studium des Camphers und seiner Derivate zu verwerthen; Verbindungen, deren Beziehungen man zwar richtig bestimmt zu haben scheint, deren innere Constitution aber noch nicht genügend aufgeklärt ist.

Wir beabsichtigten unsere Untersuchung mit der Camphinsäure zu beginnen; allein die Darstellung größerer Mengen dieser Säure ist so schwierig und zeitraubend, daß wir bald die leichter zu beschaffende Camphersäure wählten.

Durch Erhitzen camphersaurer Alkalien erhält man Phoron; durch Schmelzen mit überschüssigen Alkalien aber bilden sich, wie wir fanden, constant vornehmlich drei Produkte, sämmtlich Säuren, deren Trennung und Eigenschaften wir hiermit beschreiben wollen.

Wir konnten leider die Untersuchung nicht ganz zu Ende führen, weil wir beide unseren Wohnort zu verändern genöthigt waren.

Was wir festgestellt haben beschränkt sich auf Folgendes.

Schmilzt man Partien von etwa 15 Grm. Camphersäure mit der dreifachen Menge Ätzkali in einer Silberschale so lange bis die Wasserstoffentwickelung eintritt, mäßigt dann das Feuer und erhitzt weiter bis der Schaum wieder einsinkt, löst dann die Schmelze in Wasser auf und übersättigt mit verdünnter Schwefelsäure, so scheidet sich bei gelungener Operation nur eine kleine Menge eines braunen, theerigen Öls aus, welches man durch ein nasses Filter trennen kann.

Man bemerkt beim Absättigen sogleich einen starken Geruch nach Fettsäuren. Aus der filtrirten Flüssigkeit können nun die Zersetzungsproducte durch mehrmaliges Schütteln mit Äther ausgezogen werden.

Der Äther wurde abdestillirt, der Rückstand mit viel Wasser verdünnt, und nun der flüchtige Theil abdestillirt.

Das saure Destillat wurde mit Ammoniak gesättigt, durch Verdunsten concentrirt, und dann mittelst Silbersalpeter ein Silbersalz

dargestellt, welches sogleich als voluminöser, weisser, krystallinischer Niederschlag herausfiel.

Bei der Verunreinigung des käuflichen Ätzkalis mit Chlorkalium gelangt aber bei dieser Bereitungsweise leicht etwas Chlorsilber in das Präparat, und es ist daher nothwendig, die Lösung des Ammoniaksalzes zu erhitzen, mit einer heißen Lösung von Silbersalpeter zu zersetzen, heiß zu filtriren und im Dunkeln krystallisiren zu lassen.

Mehrere Bereitungen ergaben das Salz von demselbem Aussehen; kleine, warzige oder körnige Aggregate, die mit kaltem Wasser abgewaschen, zuerst über Schwefelsäure, dann bei 100° getrocknet, analysirt wurden.

Die erhaltenen Zahlen von drei Präparaten waren zwar nicht übereinstimmend, allein sie zeigten doch, daß sie nur auf buttersaures Silber, oder ein Gemisch von diesem, und valeriansaurem Silber bezogen werden können.

	$C_4H_7AgO_2$	$C_5H_9AgO_2$	Gefunden		
C	24·6	28·7	23·4	29·5	27·1
H	3·6	4·3	3·3	4·5	4·1
Ag	55·4	51·7	56·4	51·7	53·7

Vorläufige Versuche hatten ergeben, daß in dem, in der Retorte verbleibenden Theil der nichtflüchtigen Säuren, sich eine befindet, welche die Eigenschaft besitzt, sich in ein fast unlösliches Kalksalz zu verwandeln, wenn man ihre Lösung mit Ammoniak übersättigt, mit Chlorcalcium versetzt und dann erhitzt.

In der Kälte bleibt alles unverändert; bei Kochen der Flüssigkeit entsteht eine reichliche Ausscheidung dieses Salzes, welches aus undeutlich krystallinischen Flocken und Körnern besteht.

Dieses Verhalten wurde benützt, um diese Säure zu isoliren.

Der ganze Rückstand von der Destillation wurde wie angegeben behandelt, das herausgefallene Salz abfiltrirt und gut ausgewaschen. Die davon abgelaufene Flüssigkeit sei mit *A* bezeichnet.

Das Kalksalz selbst, noch etwas gefärbt, wurde mit Wasser in einen Kolben gespült und unter Zusatz von verdünnter Schwefelsäure bis zur völligen Zersetzung erhitzt; dann vom ausgeschiedenen Gyps abfiltrirt, das Filtrat mit Thierkohle entfärbt und die ganze wasserklare Flüssigkeit wieder mit Äther ausgezogen. Nach dem Abdestilliren des Äthers hinterbleibt ein kaum gefärbter syrupöser Rückstand,

der mit Wasser aufgenommen (wenn er sich milchig trübt, durch ein naßes Filter klar filtrirt) und wieder etwas eingedampft wird. Bald bilden sich dann farblose, drusig und sternförmig verwachsene Krystallgruppen, Körner und Rinden.

Durch Abspülen mit kaltem Wasser entfernt man eine geringe Menge Mutterlauge und nach einmaligem Umkrystallisiren hat man die Verbindung völlig rein. Sie ist von starkem rein saurem Geschmack, in Wasser, Alkohol und Äther sehr löslich, enthält kein Krystallwasser und schmilzt bei 114° C.

Bei der Destillation für sich liefert sie, ohne daß ein Rückstand in der Retorte bleibt, ein wasserhelles Öl, welches erst nach einigen Stunden Krystalle ansetzt.

Diese gleichen in ihrem Verhalten der früheren Verbindung und gaben namentlich noch die charakteristische Kalkreaction.

Wir haben die Säure, das Kalksalz und ein Silbersalz analysirt.

Das Kalksalz ist im reinen Zustande ein kreideweißes, leichtes, krystallinisches, beim Reiben elektrischwerdendes Pulver.

Das Silbersalz ist ein weißer Niederschlag, der auf Zusatz von salpetersaurem Silber zu einer mit Ammoniak neutralisirten Lösung der Säure erscheint und in größeren Wassermengen löslich ist. Er ist ziemlich lichtbeständig.

Die Analysen ergaben:

Säure.

I., 0·2614 Gr. bei 100° getr. gab. 0·5042 Gr. Kohlens. u. 0·1788 Gr. Wasser
II., 0·2573 „ geschmolzen „ 0·4943 „ „ „ 0·1783 „ „

	$C_7H_{12}O_4$		I.		II.
C —	52·5	—	52·6	—	52·4
H —	7·5	—	7·6	—	7·7

Kalksalz.

0·3082 Gr. bei 130° getrock. gab. 0·478 Gr. Kohlens. u. 0·1415 Gr. Wasser
0·2961 „ „ „ „ „ 0·4559 „ „ „ 0·1359 „ „
0·2873 „ „ „ „ „ 0·1934 „ schwefelsauren Kalk.
0·3127 „ „ „ „ „ 0·2116 „ „ „

	$C_7H_{10}CaO_4$				
C —	42·2	—	42·3	—	42·0
H —	5·0	—	5·1	—	5·1
Ca —	20·2	—	19·8	—	19·9

Silbersalz.

0·2741	Gr. bei 100° getrock. gab.	0·2261	Gr. Kohlens. u.	0·0665	Gr. Wasser.
0·2931	„ „ „ „ „	0·1685	„ Silber.		
0·3026	„ „ „ „ „	0·2508	„ Kohlens. „	0·0761	„ „
0·2763	„ „ „ „ „	0·1594	„ Silber.		

$C_7H_{10}Ag_2O_4$			
C	22·5	22·5	22·6
H	2·7	2·7	2·8
Ag	57·8	57·5	57·7

Wie man sieht, hat diese Säure die Formel der sogenannten Pimelinsäure und ist ohne Zweifel identisch mit einer der unter diesem Namen beschriebenen Verbindungen.

Bei den widersprechenden Angaben über dieselben von Laurent, Bromeis, Marsh, Wirz und zuletzt von Arppe, scheint es erwünscht, nunmehr ein Material und eine Methode der Darstellung zu besitzen, die stets zu einem und demselben leicht rein darzustellenden Präparat führt.

Die Verschiedenheit der früher untersuchten Säuren zeigen schon die Angaben über die Schmelzpunkte, wofür Laurent 114°, Bromeis 134, Marsh 114—115 und Wirz 130° fand. Unsere Säure schmolz bei 114°.

Wir besitzen schon einen Vorrath von Material um ein genaueres Studium derselben, welches wir uns vorbehalten, ausführen zu können. Hierbei wollen wir besonders die sauerstoffreicheren Säuren zu erhalten suchen, die zu ihr in dem Verhältniß stehen müssen, wie Äpfelsäure und Weinsäure zu Bernsteinsäure.

Gerhardt führt an, beim Schmelzen der Pimelinsäure mit Kalihydrat bilde sich Valeriansäure und Oxalsäure. Wir haben den Versuch noch nicht wiederholt; verläuft aber die Zersetzung in dieser Weise, so wäre die von uns neben Pimelinsäure gefundene Fettsäure vielleicht nur ein secundäres Product aus der Pimelinsäure und nicht ein primäres aus der Camphersäure.

In der oben mit *A* bezeichneten Flüssigkeit ist noch eine Säure enthalten, die in folgender Weise daraus erhalten wurde.

Die Flüssigkeit wurde mit verdünnter Schwefelsäure versetzt, der ausgeschiedene Gyps abfiltrirt, das noch etwas gefärbte Filtrat

mit Thierkohle gekocht, dadurch entfärbt, filtrirt und nach dem Auskühlen mit Äther ausgeschüttelt. Der Äther hinterläßt beim Abdestilliren einen fast farblosen, sehr sauren Syrup, der immer noch eine Beimengung der flüchtigen Fettsäuren enthält, die man durch Destillation abscheiden kann.

Eine Trennung von diesen läßt sich durch Fällen seiner wässerigen Lösung mit Bleizucker bewerkstelligen.

Auf diesen Zusatz fällt ein weißer, käsiger schwerer Niederschlag heraus, aus dem man die Säure wieder durch Zersetzung desselben mit Schwefelwasserstoff gewinnen kann.

In der Flüssigkeit, die von der, durch Bleizucker entstandenen Fällung ablauft, fällt Bleiessig noch einen weiteren Theil, der sich mit dem ersten als identisch erwies, weßhalb man gleich anfangs total mit basischem Bleisalz ausfällen kann.

Die, durch gelindes Verdunsten ihrer wässerigen Lösung erhaltene Säure, ihrer Menge nach eines der Hauptproducte der Zersetzung der Camphersäure, nimmt keine feste Form an; ist eine äußerlich der Camphresinsäure Schwanert's [1]) ähnliche Verbindung, läßt sich aber von dieser schon dadurch unterscheiden, daß sie mit Silberlösung keine Fällung gibt.

Ein Silbersalz entsteht erst, wenn man sie zuvor mit Ammoniak neutralisirt hat, und auch dann nur in etwas concentrirter Lösung.

Es ist weiß, amorph und wenig veränderlich an der Luft.

Mit kohlensauren Erden abgesättigt erhält man Lösungen von Salzen, die gummiartig eintrocknen. Es ist schwer bei der amorphen Beschaffenheit der Säure, sie von vollkommener Reinheit zu erhalten.

Wir müssen die etwas abweichenden Zahlen, die wir bei der Analyse derselben, so wie ihres Blei- und Silbersalzes erhielten, auf kleine Mengen von Nebenbestandtheilen schreiben, und führen deßhalb vorläufig nur an, daß sie die Formel $\Theta_{10}H_{16}\Theta_5$ wahrscheinlich machen, die einer Oxycamphersäure entspräche.

Es hätte sich vermuthen lassen, daß diese Säure ein intermediäres Product der Zersetzung der Camphersäure durch Kali sei, aus welchem die gefundene Pimelinsäure entstanden ist.

Sie wurde daher einem Theil nach neuerdings mit Kali bis zur Wasserstoffentwicklung geschmolzen, und nach dem früher beschrie-

---

1) Annalen d. Chemie 128. S. 77.



benen Verfahren nach Pimelinsäure gesucht. Es konnte jedoch keine gefunden werden; fast die ganze angewandte Menge wurde als solche wieder erhalten.

Bei der trockenen Destillation geht ein, meistens grünlich gefärbtes, dickflüssiges Öl über, welches pfeffermünzartig riecht.

Darin bilden sich bald Krystallblättchen, die sich jedoch wegen der dickflüssigen Beschaffenheit der Masse nicht gut durch Abpressen reinigen lassen.

Kocht man jedoch, ohne sie zu trennen, das Ganze anhaltend mit Wasser aus, so löst sich bis auf einen kleinen Theil öliger Substanz die Hauptmenge zu einer, in der Hitze klaren Flüssigkeit, die durch ein nasses Filter abgegossen, feine, blätterige, der Benzoësäure ähnliche Krystalle anschießen läßt. Diese können aus verdünntem Weingeist umkrystallisirt werden. Sie sind in kaltem Wasser fast unlöslich.

Ihrer Menge nach sind sie der kleinere Theil der Destillationsproducte der syrupösen Säure; der größere ist in der wässerigen Lösung, aus der sie sich bildeten, enthalten und hinterbleibt beim Verdunsten dieser wieder als saurer, farbloser Syrup von der Zusammensetzung und dem Verhalten der ursprünglichen Säure, die demnach zum Theil destillirbar ist.

Die Krystalle zeigten die Zusammensetzung des Camphersäureanhydrids.

0·2862 Grm. Subst. gaben 0·6875 Grm. Kohlens. u. 0·1983 Grm. Wasser.
0·1994 „ „ „ 0·4784 „ „ „ 0·1386 „ „

	$C_{10}H_{14}O_3$				
C —	65·9	—	65·5	—	65·4
H —	7·7	—	7·7	—	7·7

Über Blendung der Netzhaut durch Sonnenlicht.

Von Dr. Vincenz Czerny.

(Mit 3 Abbildungen.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 25. Juli 1867.)

So riesig auch die Litteratur über die Physiologie des Sehens angewachsen ist, so scheint doch ein Punkt fast gänzlich vernachlässigt worden zu sein. Ich meine die objectiven Veränderungen, welche das Auge, besonders aber die Netzhaut durch Lichteinfluß erleidet.

Eine einschlägige Beobachtung finde ich von Werneck (Ammon's Zeitschrift für Ophthalmologie 1834. IV. Bd., 1. Heft, S. 14) verzeichnet:

„Bei einem staarblinden Steinröthel und einem englischen Jagdhündchen zersprengte ich mittelst Anwendung einer starken Linse (durch Sonnenlicht oder Phosphorlicht) die Staare und hatte die Freude zu sehen, wie dieselben aufgelöst und allmälig entfernt wurden. Ich bemerkte hiebei durchaus nicht, daß die Retina geblendet oder eine Entzündung eingetreten wäre.“

W. knüpft daran den Vorschlag, den Staar auch beim Menschen durch concentrirte Sonnenstrahlen zu zersprengen und auf diese Weise zur Resorption zu bringen, ein Vorschlag, der sich keiner weiteren Beachtung erfreut zu haben scheint. Mit der gesunden Linse lebender Thiere scheint W. nicht experimentirt zu haben, wenigstens benützt er nicht mehr die Sonnenstrahlen, sondern die Elektricität, um sich über den Mechanismus des Zersprengens zu unterrichten.

Es sind aber Fälle verzeichnet, welche den schädlichen Einfluß des Sonnenlichtes auf das Sehvermögen beweisen. So soll bekanntlich Galilei durch Beobachtung der Sonnenflecken sein Augenlicht eingebüßt haben.

E. Jäger [1]) beschreibt mehrere Fälle dieser Art. Von vierzehn untersuchten Blendungsfällen waren blos bei sechs materielle Veränderungen mit dem Augenspiegel nachweisbar. Daß von diesen sechs vier Fälle einfach als Chorioiditis mit Exsudaten bezeichnet wurden, ist wohl nicht zu wundern, da ja der Augenspiegel, der dem Augenarzte eine neue Welt eröffnete, eben erst durch Helmholtz in Gebrauch gekommen war. Die zwei anderen Fälle werden als Chorioidealkrebs, der bei entsprechender Disposition sich auf Veranlassung der durch Blendung hervorgerufenen Chorioiditis entwickelt habe, beschrieben.

Von Arlt [2]) wird ein nach der Sonnenfinsterniß vom 28. Juli 1851 mit dem Augenspiegel beobachteter Fall erwähnt. Nach mündlicher Mittheilung soll bei der längere Zeit nachher vorgenommenen Untersuchung im gelben Fleck ein Blutextravasat mit folgender Retinochorioiditis, dann ein centraler Gesichtsfelddefect dagewesen sein.

Dagegen scheint der von Coccius [3]) beschriebene Fall nicht hieher zu gehören. Wenn auch nicht aus der Abbildung, so ist doch aus der Beschreibung der Fall als *Retinitis pigmentosa* aufzufassen, wofür noch der Umstand spricht, daß der Bruder des Patienten ohne Insolation ganz an demselben Übel litt.

In der neuesten Zeit beschreibt Rud. Schirmer eine Blendung, aber ohne nachweisbare objective Symptome [4]).

Bei dieser Lage unserer Kenntnisse ist es wohl zu wundern, daß Niemand den Einfluß der Sonnenstrahlen auf unser Sehorgan einer experimentellen Studie unterzog. Man konnte ja doch hoffen, der Frage, ob und welche materielle Veränderung das Licht auf die Netzhaut ausübe, etwas näherzurücken. Andererseits knüpft sich daran die practisch wichtige Frage, wie weit man die Lichtintensität bei der Augenspiegeluntersuchung treiben kann, ohne dem Auge materiellen Nachtheil zu bringen.

Gern gestehe ich, daß ich durch Benützung eines glücklichen Zufalles zu folgenden Untersuchungen geführt wurde.

---

[1]) Über Staar und Staaroperationen von Eduard Jäger. Wien 1854. S. 73.

[2]) Die Krankheiten des Auges III. S. 127.

[3]) Coccius, über die Anwendung des Augenspiegels 1853. S. 111. Die Abbildung bei Ruete. Bildliche Darstellung der Krankheiten des Auges. S. 50, Taf. VI, Fig. 3.

[4]) Zehender's Monatshefte für Augenheilkunde August. 1866. S. 261.

Im April 1865 untersuchte ich während der Osterferien mit dem Augenspiegel die Augen eines braunen Grasfrosches *(Rana temporaria)* [1]).

Ein Versuch die Froschretina bei directem Sonnenlicht mit einem Concavspiegel zu untersuchen mißlang, weil das Licht so hell aus dem Auge reflectirt wurde, daß ich nicht im Stande war, bei dieser Lichtintensität Details zu unterscheiden. Abends untersuchte ich denselben Frosch wieder bei Lampenlicht und war nicht wenig erstaunt, am Augengrunde mehrere scharf begrenzte, weißlich graue Flecken zu finden, die früher sicher gefehlt hatten. Allsogleich stieg in mir die Vermuthung auf, daß diese Flecken der Wirkung des Sonnenlichtes ihren Ursprung verdanken dürften. Ein zweiter Versuch am folgenden Tage bestätigte diese Vermuthung. Im Sommer verfolgte ich den Gegenstand so weit als thunlich an Froschaugen.

Ich bediente mich zur Blendung einer Convexlinse von zwei Zoll Brennweite, wie sie sich bei jedem Augenspiegel vorfindet. Mit der linken Hand fixirte ich den Frosch, mit der rechten stellte ich die Linse so, daß der von derselben gesammelte Sonnenstrahlenkegel ganz in die Pupille eindrang. Der Brennpunkt der Linse befand sich also hinter der Pupillarebene des Froschauges.

Wenn auf diese Weise Strahlen der klaren Sonne nur 10—15 Secunden einwirkten, so traten folgende Veränderungen im Augen-

---

1) Die länglich ovale verticale Sehnervenscheibe ist theilweise verdeckt von einem großen venösen Gefäßstamme, in dem alles Blut aus einem reichen Capillarnetze, welches vor der Netzhaut ausgebreitet ist, sich sammelt und nach abwärts fließt. Die arteriellen Zuflüsse des Gefäßnetzes liegen außerhalb des Gesichtsfeldes des Augenspiegels. Die ganze Gefäßhaut läßt sich an in Müller'scher Flüssigkeit gehärteten Augen ganz leicht von der gefäßlosen Netzhaut abziehen. Auf dem dunkelblaugrauen, durch die Sehnervenbündel leicht radiär gestreiften Augengrunde sind die feinsten Capillaren, dann das Strömen des Blutes in denselben selbst mit einer Umkehrungslinse von 1½″ Brennweite leicht zu verfolgen. Diese große Menge sichtbarer Details hat ihren Grund theils in der Größe der histologischen Elemente beim Frosche, theils in den dioptrischen Verhältnissen. Es repräsentirt die Untersuchung im umgekehrten Bilde eben ein zusammengesetztes Mikroskop, dessen Objectivsystem beim Frosche von um mehrere Male kürzerer Brennweite ist, als es z. B. beim Menschen, dem gewöhnlichen Untersuchungsobjecte, der Fall ist. S. Cuignet F. Über Beobachtung der Blutcirculation im Froschauge mittelst des Ophthalmoskops. Annales d'oculistique LV, p. 120. Zehender's Monatsblätter IV. August, p. 200, 1866.

hintergrunde auf, und zwar um so rascher, je intensiver die Sonnenstrahlen eingewirkt hatten.

Wenige Minuten nach der Blendung konnte ich bei dieser Methode bloss einen etwas lichter gefärbten Fleck des sonst bläulichgrauen Augengrundes wahrnehmen. Nach und nach wurde dieser Fleck immer heller und hob sich dadurch schärfer von dem übrigen Augengrunde ab. Nach etwa drei Stunden war der Fleck scharf begrenzt, lichtgrau und reflectirte am Rande etwas gelbliches Licht. Die Glaskörpergefäße zogen im flachen Bogen über diesen Fleck und liessen durch deutliche parallactische Verschiebung erkennen, daß die dahinterliegende Retina sich über das normale Retinalniveau erhoben hatte.

In den Ferialmonaten versuchte ich auf dieselbe Weise Kaninchen, Hühner, Enten und Gänse zu blenden, konnte jedoch so nicht zum Ziele gelangen. Die Ursache war wohl folgende: Bei obiger Blendungsmethode erhalte ich auf der Netzhaut keinen Brennpunkt, sondern einen Zerstreuungskreis. Die Intensität der hier gesammelten Lichtstrahlen wird um so größer sein, je kleiner der Zerstreuungskreis ist. Der Einfachheit wegen nehmen wir an, der Brennpunkt der Linse falle bei allen Versuchsthieren in den vereinigten Knotenpunkt des Auges, was den thatsächlichen Verhältnissen ziemlich nahe kommt. Die Größe des Zerstreuungskreises auf der Netzhaut nimmt dann sowohl mit der Entfernung des Knotenpunktes von der Netzhaut, als auch mit dem Divergenzwinkel der sich im Knotenpunkte kreuzenden Lichtstrahlen zu. Der erste Factor wächst im Allgemeinen mit der Zunahme der Augendimensionen.

Um also in größeren Augen einen Zerstreuungskreis von eben so großer Lichtstärke wie im Froschauge zu erzeugen, wird man Linsen größerer Brennweite benützen müssen, wobei der Divergenzwinkel der Lichtstrahlen geringer wird. Der Versuch bestätigte vollkommen diese Erwartung, denn schon mit einer vierzölligen Linse, noch besser mit einem Concavspiegel von 5 Zoll Brennweite, konnte ich leicht nachweisbare Blendung hervorrufen. Am intensivsten und raschesten kam natürlich die Blendung zu Stande, wenn ich concentrirte parallele Strahlen in das Auge leitete, wobei der Vereinigungspunkt bei emmetropischen Thieraugen in die Ebene der Retina selbst fiel. Dazu bediente ich mich eines größeren Concavspiegels von 114 Millim. Durchmesser und 192 Millim. Brennweite

(F), dann einer Linse von 30 Millim. Durchmesser und 41 Millim. Brennweite *(f)*. Sie wurden in der Entfernung $F+f=233$ Millim. so aufgestellt, daß der Brennpunkt des Spiegels mit dem vorderen Brennpunkte der Linse zusammenfiel, daß also die von dem Spiegel im Brennpunkt vereinigten Strahlen aus der Linse wieder parallel heranstraten. Das auf den Spiegel auffallende Strahlenbündel von 114 Millim. Durchmesser wurde so auf ein Bündel von beiläufig 24 Millim. Durchmesser zusammengedrängt. Nur wenige Secunden lang brauchte man dieses Strahlenbündel in das Auge eines Kaninchens zu leiten, um augenblicklich darnach mit dem Augenspiegel einen weissen Fleck, mit schmalem grauem Hof am Augengrunde wahrnehmen zu können. Alle diese Versuche wurden nach Erweiterung der Pupille durch Atropin vorgenommen.

Als Versuchsthiere dienten mir Hund (1), Katze (1), Kaninchen (10), Meerschweinchen (4), Maus (1), Tauben (3), Enten (2), Gans (1), Hühner (3), Frösche (5).

Ohne weitere Vorrichtungen als die oben angegebenen nahm ich 47 Blendungen vor, wovon 16 nach der Methode mit parallelen Strahlen.

35mal blendete ich früher ganz gesunde Augen und konnte die Veränderung mit dem Spiegel stets bis auf ein einziges Mal nachweisen. Welche Verhältnisse das Mißglücken verursachten, ist mir unbekannt.

13mal blendete ich schon früher geblendete Augen, 4mal ohne Resultat. Dieses häufige Mißglücken hatte wohl seinen Grund in dem Umstand, daß eine durch eine frühere Blendung zerstörte Netzhautstelle keine weitere mit dem Augenspiegel nachweisbare Veränderung erleidet. Da geschah es denn häufig, daß ich bei der zweiten oder dritten Blendung das Strahlenbündel auf schon durch Blendung zerstörte Netzhautstellen brachte. Dagegen hatten meine Blendungsversuche mit Spectralfarben, mit Lichtstrahlen, die durch Absorption farbig geworden, endlich mit Gaslicht sämmtlich keinen Erfolg.

Ich will aus meinem Tagebuche einige Beobachtungen hier anreihen, um die Art und Weise der Versuche anschaulich zu machen.

Rana esculenta (Fig. 1).

Am 12. Mai 1865 insolirte ich mit der zweizölligen Linse das rechte Auge durch beiläufig zwei Minuten. Augenblicklich darauf konnte ich mit dem Augenspiegel keine Veränderung wahrnehmen.

Am 14. Mai fand sich aber nach links von der Papille ein weißgrauer Fleck von einem hellweißen Ringe umsäumt. Sein Durchmesser beträgt fast das Doppelte der Länge der Sehnervenscheibe. Die ganze Stelle scheint etwas prominent zu sein, die schwach erweiterten Gefäße sind etwas vorgebaucht.

23. Mai. Der Rand ist gelblich. Auf der Fläche scheiden sich kleine glänzend weiße Schüppchen und spärliche schwarze Punkte ab.

28. Mai. Die Stelle ist verwaschen grau gefärbt, mit zahlreichen braunen und spärlichen glänzenden weißen Pünktchen versehen.

Am 6. Juni blendete ich nochmals mit der zweizölligen Linse durch 15 Secunden. Drei Stunden später ein lichtgrauer Fleck mit gelblichem Rande nach rechts vom Sehnerveneintritt. (Siehe Zeichnung.)

Ein gelbbraunes Kaninchen (Fig. 2).

Am 17. Juli versuchte ich das rechte Auge wie bei einem Froschauge mit der Linse von 2 Zoll Brennweite zu blenden. Im Augengrunde konnte ich auf die Weise keine Veränderung hervorrufen, dagegen hatte die nicht durch Atropin gelähmte Iris etwas gelitten, indem der Sphincterrand grau verfärbt, die Pupille etwas verzogen war. In der vordersten Linsenschichte lagen nach oben außen vom Centrum zwei stecknadelkopfgroße graue Trübungen mit verwaschenen Rändern. Die Trübung wurde allmälig kleiner. Anfang August keine Spur mehr von derselben.

Dieser fehlgeschlagene Versuch veranlaßte mich, am 17. August mit der oben beschriebenen Spiegellinsencombination, also mit parallelen Strahlen, die Blendung vorzunehmen. Ich ließ die Sonnenstrahlen 15 Secunden lang durch die mittelst Atropin erweiterte Pupille einwirken.

Unmittelbar darauf zeigte der Augenspiegel nach unten innen von der Sehnervenscheibe einen grauweißen, etwa birnförmigen Fleck, von Papillendurchmesser. 4 Stunden später war der Fleck von einem grauen Hofe umgeben, der sich nach Aussen durch eine hellrothe Linie gegen den normalen Augengrund abgrenzte.

Am 17. August ist die geblendete Stelle durch eine gelbliche Zone vom normalen Augengrunde geschieden, dann folgt eine durch Pigment schwarz gefärbte Zone, und blos im Centrum ist noch eine Stelle blaugrau getrübt.

Am 30. August ist die ganze Stelle in der Mitte fast schwarz, geht durch lichtere Partien in die helle Zone über, welche wieder durch Pigmentpunktirung von dem normalen Augengrunde abgegrenzt ist.

Am 31. August blendete ich dasselbe Auge mit der vierzölligen Linse durch 20 Secunden. Bei der 15 Minuten später vorgenommenen Untersuchung war schon nach unten außen von der Papille ein längsovaler, grauer Fleck sichtbar, der dann dieselben Metamorphosen durchmachte, wie jener erste.

Am 12. September wurde es mit Augenspiegel nochmals durch 30 Secunden geblendet. Die Veränderungen waren dieselben wie nach der zweiten Blendung. Am 13. September zeichnete ich den Augengrund ab.

Ein ausgewachsenes weisses Kaninchen.

13. August. Am rechten Auge blendete ich durch 12 Secunden mit der Spiegellinsencombination bei vollkommen erweiterter Pupille. (Siehe Augenspiegelbild.) Die unmittelbar darauf vorgenommene Augenspiegeluntersuchung ergab, daß die prachtvoll injicirten Chorioidealgefäße unterhalb der Sehnervenscheibe in einer den Papillendurchmesser nicht erreichenden Ausdehnung von einer getrübten Netzhautpartie verdeckt waren.

17. August. Die geblendete Stelle erscheint diffus-roth gefärbt, sowie wenn Blutextravasat hinter der getrübten Netzhaut läge. Die Chorioidealgefäße der Umgebung zeigen keine abnorme Füllung. Insbesondere nach innen von der geblendeten Stelle fallen einige dunkelgraue Pünktchen auf, die später als die Durchtrittspunkte der Ciliararterien erkannt werden [1]). Am rechten und linken Rande des Gesichtsfeldes beginnt ein grauer Streifen, der gegen die Peripherie in ein rothes Gefäß übergeht — die *arteriae ciliares posticae longae.*

30. August. Die geblendete Stelle ist fast zirkelrund, von Papillendurchmesser. Die diffuse Röthung ist verschwunden. Man sieht jetzt einen weißen Fleck mit hellweißen Schüppchen und einigen grauen Punkten. Aus zwei der letzteren taucht je ein dünnes Gefäßchen hervor, theilt sich und verästelt sich schließlich in den benachbarten Theilen der Chorioidea. Die Deutung dieses Befundes wird wohl durch die Annahme, daß die Venen und Choriocapillaris zu Grunde gegangen sind und blos die Arterien zurückblieben, gegeben, was die anatomische Untersuchung später bestätigte.

31. August. Mit vierzölliger Linse nach Atropineinträufelung durch 30 Secunden geblendet. Eine halbe Stunde später findet sich nach außen von der zuerst geblendeten Stelle gerade unterhalb des äußern Zipfels markhaltiger Nervenfasern eine quer-ovale Partie, wo die Chorioidealgefäße nicht scharf zu sehen sind.

1. September. Die neugeblendete Partie ist wieder diffus geröthet mit einigen verwaschenen, tiefrothen Streifen.

6. September. Die zuletzt geblendete Stelle beginnt ringsum am Rande hellweiß zu werden. Spärliche Chorioidealgefäße verlieren sich in der noch verwaschen gerötheten Mitte.

11. September. Der Fleck ist ebenfalls weiß wie der von der ersten Blendung, jedoch gehen einige Chorioidealgefäße, wie es scheint, von verdünntem Caliber ohne Unterbrechung durch.

16. September. Durch fast eine Minute mit dem Augenspiegel geblendet. Bei der darauffolgenden Untersuchung konnte ich keine Veränderung finden. Am 18. September dagegen fand sich eine ausgedehnte, verwaschen geröthete Stelle nach unten und innen von der zuerst geblendeten Stelle, welche bis zum 29. September ebenso wie die früher geblendeten Stellen allmälig vom Rande her weiß wurde. Am 25. September waren am Augengrunde in Folge der vorausgegangenen drei Blendungen zwei weiße Flecken, ein großer unterhalb und ein kleiner nach unten außen von der Sehnervenscheibe, denen offenbar

---

[1]) Vergl. Nagel A. f. O. 1860. VI, 1. S. 183.



die Choriocapillaris und der größte Theil der Venen abgeht. Dagegen entspringen an mehreren Stellen aus ihrer Mitte Gefäße, die sich verästeln und endlich in der Chorioidea auflösen, daher sie wohl als *arteriae ciliares posticae breves* aufzufassen sind. Die jüngst geblendete Stelle hat noch in ihrer Mitte einige diffus-rothe Flecken.

Am 25. September um 11 Uhr 50 Minuten nahm ich noch mit dem Augenspiegel eine Blendung durch 50 Secunden vor, um den zeitlichen Verlauf der Entstehung zu beobachten. Um 12 Uhr 10 Minuten konnte ich noch keine Veränderung finden; erst um 12 Uhr 15 Minuten fand ich eine Chorioidealgefäß-stelle nach unten außen von der letzten Blendung vom 16. September schwach getrübt. — 12 Uhr 25 Minuten. Die Stelle ist oval, scharf begrenzt, die Trübung der Netzhaut am deutlichsten sichtbar, wenn ich die Stelle an der Grenze des beleuchteten Gesichtsfeldes im Halbschatten betrachte. Die Chorioidealgefäße sind deutlich, wenn auch nicht ganz scharf contourirt, durchzusehen. — 12 Uhr 32 Minuten. Die Gefäße werden immer undeutlicher, scheinbar breiter. Nach innen und oben von der am 16. September geblendeten Stelle befindet sich eine kleinere, ebenfalls neue Blendung. — 12 Uhr 45 Minuten. In der unteren Hälfte sind die Gefäße nicht mehr deutlich wahrnehmbar. Der Fleck erscheint hier verwaschen röthlich weiß. In der obern Hälfte dagegen sind die Gefäße noch durch hellere Zwischenräume angedeutet. — Um 1 Uhr war die ganze Stelle verwaschen geröthet, mit einigen dunklen Stellen. Der Rand setzt sich lichtgrau von der gesunden Retina ab. Als ich am 29. September das Augenspiegelbild abzeichnete, begann der Fleck vom untern Rande her schon wieder weiß zu werden.

Es erscheint überflüssig, alle Augenspiegelbefunde hier aufzuführen, da die Veränderungen den eben beschriebenen vollkommen analog verliefen. Nur will ich erwähnen, daß äußerlich nie Reizungserscheinungen nachweisbar waren. Bei einem Meerschweinchenauge fand ich einen Tag nach der Blendung mehrere rothe Extravasatflocken im Glaskörper, ohne daß ich einen Riß in dem wie gewöhnlich veränderten Augenhintergrunde entdecken konnte [1].

Anatomische Untersuchung.

Da die Untersuchung der frischen Netzhaut nur spärliche Resultate liefert, so gehört eine genaue Kenntniß der Veränderungen,

[1] Wenn auch nicht eigentlich hiehergehörig, will ich doch eines Curiosum hier erwähnen. Bei manchen wenig pigmentirten Tauben kann man den Augengrund ohne Augenspiegel, und zwar im durchfallenden Licht untersuchen. Die Augen sind nämlich bei manchen blos durch ein äußerst dünnes Pflugscharbein getrennt. Wenn man nun z. B. das linke Auge in die Nähe einer Flamme hält und in das rechte mit entspannter Accomodation sieht, so kann ein emmetropisches Auge mitunter in einem gewissen Umkreise die Chorioidealgefäße sehen. Es gelang mir bei acht darauf untersuchten jungen Tauben dreimal.

welche das verwendete Härtungsmittel in derselben hervorruft, dazu, um angeben zu können, welche Veränderungen durch die Blendung hervorgerufen wurden.

Dies ist der Grund, weßhalb ich mich zur Präparation der Müller'schen Flüssigkeit bediente, deren Einwirkung auf die Netzhaut ich schon seit Jahren zu studieren Gelegenheit hatte. Andererseits conservirt sie besonders die Netzhaut von Batrachiern, Vögeln und manchen Säugethieren so vollkommen, wie es nur irgend eine der von M. Schultze, Henle u. A. angegebenen Conservirungsmethoden thun kann. Für Kaninchen und Meerschweinchen kann ich sie leider nicht besonders anempfehlen. Für die Untersuchung auf Querschnitten kann ich nicht genug die von S. Stricker angegebene Gummieinbettungsmethode empfehlen [1]). Wenn einmal die Retina gut gehärtet ist, kann man ihr schon etwas zumuthen. Man sieht sogar an einer auf diese Weise präparirten Kaninchennetzhaut noch ganz deutlich die doch sehr vergängliche Querstreifung der äußern Körner. Da ich außerdem stets die geblendeten Stellen mit den benachbarten gesunden Partien vergleichen konnte, so darf ich die folgenden Beobachtungen getrost einer kritischen Nachuntersuchung überlassen, die sicher noch reiche Ausbeute an interessanten Details über das Verhalten der einzelnen Netzhautelemente in dem Processe liefern wird.

Unmittelbar nach der Blendung mit dem Augenspiegel legte ich die Augen von Frosch, Ente und Meerschweinchen in die Müller'sche Flüssigkeit.

Die Froschaugen untersuchte ich, nachdem sie zehn Tage in der Flüssigkeit gelegen waren. Die geblendete Netzhautpartie liegt flach an und nimmt beim Abheben das Pigmentepithel der *Chorioidea* mit sich, während die Umgebung stärker geschwellt und etwas faltig emporgehoben, das Pigmentepithel leicht abstreifbar ist. Wenn man die Netzhaut mit einer Lanzennadel auf einem Objectträger schnitt, so zeigte sich die geblendete Stelle spröder und leichter

---

1) Einige Tropfen recht dicker Gummilösung werden in eine kleine Papierkapsel gegeben. Darauf legt man flach das einzubettende Präparat und tropft abermals etwas Gummi darauf. Das ganze wird dann in guten Alcohol gelegt und kann nach 24 Stunden mit durch Alcohol feucht gemachter Klinge sehr gut geschnitten werden. Die Schnitte werden in Wasser ausgewaschen.



spaltbar als die noch ziemlich weiche, gesunde Netzhaut. Die vom ersten Orte erhaltenen Schnitte brechen leicht in der Zwischenkörnerschicht auseinander.

Die Elemente sind alle noch gut erhalten, die Contouren aber nicht so scharf wie in der normalen Partie, ihre Substanz fein granulirt. Der Unterschied ist etwa der, wie zwischen der Substanz eines grauen Staares und der einer gesunden Linse. An manchen stärker geblendeten Stellen sind die äußeren stark lichtbrechenden Partien der Stäbchen am äußeren Ende etwas gebogen und an der concaven Seite wie angefressen. Die Krümmung wird hie und da so stark, daß das Ende der Stäbchen wieder in die Nähe des Anfangs der Krümmung zu liegen kömmt. Der äußere Theil des Stäbchens ist also schlingenförmig gebogen, aber blos der äußere Contour bleibt ziemlich scharf, der innere ist angefressen und verwischt. Solche Stäbchen zeigen gewöhnlich eine feine, unregelmäßige Querstreifung, die übrigens auch an weniger verkrümmten Stäbchen häufig zu finden ist. Ja selbst an gesunden Netzhäuten, besonders von Vögeln, ist sie oft, offenbar durch Einwirkung der Conservationsflüssigkeit, entstanden [1]).

Größtentheils sind aber die Stäbchen vollkommen gut erhalten. Auffällig ist, daß an den geblendeten Stellen das Pigment, welches in feine Protoplasmafäden gelagert [2]), von dem sogenannten Pigmentepithel sich zwischen die Stäbchen erstreckt, an der geblendeten

---

[1]) Da diese Querstreifung, die ich übrigens auch an schon vor zwei Jahren gefertigten Glycerinpräparaten fand, so fein und unregelmäßig ist, daß ich nicht im Stande bin, die Zahl der dadurch entstanden Scheibchen mit einiger Sicherheit anzugeben, geschweige denn ihre Dicke zu messen, so kann ich nicht annehmen, daß sie den in jüngster Zeit (Archiv. f. mikr. Anatomie II. Heft 1867) von M. Schultze beschriebenen Querstreifen der äußern Stäbchenglieder entsprechen. Wenigstens schiene es mir sehr gewagt, auf diese Zeichnung eine solche Theorie zu gründen, wie es W. Zenker gethan hat (l. c.).

[2]) Da ich es nirgends erwähnt finde, so bemerke ich, daß in den Epithelzellen des Frosches eben solche gelbrothe Körner, wie sie von H. Müller in den Zapfen nachgewiesen wurden, vorkommen. Außer dem großen Kerne und diesen farbigen Kugeln (oft 2—3) finde ich in den meisten Zellen noch eine den Vacuolen der Infusorien ähnliche Protoplasmalücke. Bei Pigmentepithelzellen, die ich einem eben getödteten *Bombinator igneus* entnahm, waren die pigmentirten Fäden nach allen Richtungen äußerst zahlreich ausgestreckt, so daß die Zelle einer freilich unbeweglichen, pigmentirten Actinophrys glich. Diese Zellen sind, nach alledem zu urtheilen, sehr complicirte Elementarorganismen.

Netzhautpartie bis an die *Limitans externa* reicht, ja selbst hier dichter angehäuft ist, als in der mittleren Höhe der Stäbchen, während es an den gesunden Partien meistens bloss bis zum Beginn des Innengliedes der Stäbchen reicht, ein Verhalten, das mir zuerst bei einer Ente auffiel. Dadurch wird es begreiflich, warum das Epithel an der geblendeten Stelle fester anhaftet. Dieser Befund fordert lebhaft auf, zu untersuchen, ob nicht das Pigment längs dieser Fortsätze ähnlich wie die Körnchen in einem Rhizopodenarm fortbewegt wird, ob die Fortsätze selbst nicht contractil sind. Die Thatsache, daß auch bei gesunden Entenaugen manchmal an einigen Stellen das Pigment tiefer zwischen die Stäbchen ragt, kann doch nicht a priori als Gegengrund aufgeführt werden. Mir ist der Nachweis bis jetzt nicht gelungen, freilich machte ich den Versuch ohne die modernen künstlichen Hilfsmittel, wie Wärmetisch etc.

Auch in den beiden Körnerschichten ist ein deutlicher Unterschied zwischen geblendeter und nicht geblendeter Stelle wahrnehmbar. Die Elemente, besonders der äußeren Schichte, sind an der geblendeten Stelle mehr oblong bis spindelförmig, während sie in den übrigen Partien mehr kugelig sind.

Da mir Froschaugen aus verschiedenen Zeiten nach der Blendung zu Gebote standen, so will ich gleich die consecutiven Veränderungen hier erörtern. Bei einem drei Tage nach der Blendung eingelegten Auge fand ich die auffälligsten Veränderungen im *Tapetum nigrum* und in der Stäbchenzapfenschicht. Der äußere stark lichtbrechende Theil der Stäbchen ist in eine Menge unregelmäßiger, hie und da krümmlicher, sehr kleiner, bis Froschblutkörperchen großer Körper zerfallen, die mit dem abgerissenen, zu Klumpen geballten, pigmentirten Theil der Epithelzellen bunt durcheinander gemischt sind. Außerdem kommen unregelmäßige, stark lichtbrechende Klumpen von verschiedener Größe und gelblicher Farbe dazwischen vor, die wohl als ausgetretene Blutkörperchen aufzufassen sind und vielleicht der geblendeten Stelle im Augenspiegelbilde die gelbliche Färbung verleihen. In der äußeren Körnerschicht kann ich die einzelnen Elemente nicht mehr unterscheiden, und es ist überhaupt der Unterschied zwischen dieser und der Stäbchenschicht nicht mehr scharf ausgeprägt. Die Pigmentklumpen reichen bis an die Zwischenkörnerschicht. Wie sich die Radiärfasern und ihre Kerne bei Fröschen verhalten, wird noch spätern Untersuchungen vorbehalten bleiben, da

ich mich zur Zeit der Anfertigung der hieher bezüglichen Präparate noch einer Gummieinbettung ohne Alkohol bediente, die keine so klaren Bilder lieferte. Nur so viel kann ich sagen, daß die nervösen Elemente der Retina sämmtlich zu Grunde gehen und allein eine dünne Bindegewebsmembran übrig bleibt, in der rundliche, theils pigmentirte, theils mit jenen gelblichen Körpern angefüllte Zellen, offenbar Derivate des *Tapetum nigrum*, reichlich eingelagert sind. Diese Zellen bleiben aber nicht allein in der Retina, sondern finden sich zahlreich in der Gefäßhaut vor, die man leicht in gehärteten Augen abpräpariren kann, wenn man das Auge im Äquator zerschneidet, wornach durch Schütteln die Gefäßhaut meistens von der hintern Linsenfläche losgelöst werden kann. Die schwarzen Punkte im Augenspiegelbilde entsprechen offenbar den bis in die Gefäßhaut vorgedrungenen Pigmentzellen. Das Pigmentepithel scheint an den Rändern mittlerweile einen Proliferationsproceß einzugehen, wenigstens sieht man daselbst ziemlich häufig zweikörnige Zellen. Diese benachbarten Zellen haben aber ihre Pigmentfortsätze verloren, besitzen meist blos wenige Pigmentkörnchen und sind oval.

Bei der Ente saß an der geblendeten Stelle, die etwas über das Niveau der Umgebung erhoben war, das Pigment fest, während es an den anderen Stellen leicht heruntergeschwemmt wurde. Ich hatte die Ente blos durch 15 Secunden mit dem Augenspiegel geblendet, dann noch ophtalmoskopisch untersucht. Dabei bemerkte ich in der Nähe des Endes des Pecten eine schwach getrübte, viel dunklere runde Stelle. Bei der mikroskopischen Untersuchung, die freilich erst mehrere Monate später stattfand, daher die Retina ganz gleichmäßig gehärtet war, fiel mir an derselben Stelle, die auch der oben erwähnten Erhabenheit entsprach, die Länge der bis an die *Limitans externa* reichenden Pigmentfäden der sogenannten Epithelialzellen auf. Die Stäbchen waren vollkommen intact, umsomehr die übrigen Retinaelemente. Dagegen war zwischen *Tapetum nigrum* und *Choriocapillaris* eine fein moleculäre Gerinnung gelagert, die wohl als Transsudat aufzufassen ist, da einzelne Blutkörperchen in derselben ihren Ursprung aus den benachbarten stark injicirten Gefäßen documentirten.

Bei einer 24 Stunden nach der Blendung getödteten Ente, zeigte die Stäbchenschichte schon ähnliche Veränderungen, wie jene beim Frosch beschriebenen. Pigment ist schon mit Stäbchenresten durcheinander geworfen, die Elemente der äußeren Körnerschicht sehen wir

in moleculärem Zerfall. Auch hier liegen Blutkörperchen zwischen Tapetum und Choriocapillaris, dann zwischen den verkrümmten Stäbchen.

In der Nachbarschaft ragt abermals das Pigment viel tiefer zwischen die gesunden Stäbchen. Wie sich die Zapfen bei dem Proceß verhalten, kann ich in dem Chaos nicht enträthseln.

Eine dritte Ente untersuchte ich sieben Tage nach der Blendung. Die innere Körnerschichte zeigt noch nichts Abnormes. Nur die Radiärfasern sind stärker ausgeprägt und reichen ohne Unterbrechung bis an die *Limitans externa*. Die äußeren Körner sind vollkommen zu Grunde gegangen, nur hie und da ist ein wahrscheinlich dem Stützgewebe angehöriges Korn zu sehen. Dadurch ist das Stützgewebe reiner, als man es mit dem Präparirpinsel je im Stande ist, dargestellt: Ein fein granulirtes, aus Sepimenten gebildetes Fachwerk, dessen oberste Ausbreitung die *Limitans externa* ist, ganz wie es M. Schultze so meisterhaft geschildert.

An manchen Stellen wuchern aber die Stützfasern gegen die Chorioidea und bilden daselbst ein zierliches, mit reichlichen Pigmentklümpchen durchsetztes Maschenwerk. Solche Pigmentklümpchen kommen hie und da bis in die innere Körnerschichte vor. Ein ähnliches Auswachsen der Stützfasern wurde von Iwanoff (Archiv für Ophthalmolog. XI) und von Pope (Würzb. med. Zeitschr. III) beschrieben. Von Säugethieren untersuchte ich, wie gesagt, bloss das Meerschweinchen gleich nach der Blendung. Auch da haftet das Pigment fester auf der Stäbchenschichte als anderwärts, obwohl bekanntlich keine pigmentirten Fortsätze zwischen den Stäbchen bei Säugethieren vorkommen. Dagegen hält ja Schultze (De Retinae structura penitiori S. 16) das Vorkommen pigmentloser Fortsätze für wahrscheinlich. An der geblendeten Partie sind die Stäbchen vollkommen cylindrisch, während sie an den übrigen Partieen gequollen und verkrümmt sind.

Die secundären Veränderungen beobachtete ich bei Kaninchen. Sie gestalten sich auf ähnliche Weise wie bei der Ente. Die Stäbchen zerfallen ebenfalls in kuchenförmige Klümpchen, der innere Theil derselben in fein granulirte Kugeln. Zwischen Pigment und Retina ist ein ziemlich bedeutendes Extravasat, welches wohl zunächst die Epithelialzellen in Unordnung bringt. Die Gefäße der Chorioidea sind mit Blutkörperchen vollgepfropft.

Auch hier ist ein Auswachsen der Radiärfasern mit Einlagerung von Pigment zu beobachten. Außerdem kommen noch rundliche mit glänzenden Körnchen angefüllte Zellen vor: wohl Fettkörnchenzellen. Die auseinander geworfenen Epithelialzellen beginnen einen reichlichen Wucherungsproceß; am Rande des Herdes sind sie sehr unregelmäßig, mehr rundlich, einige auf das dreifache vergrößert, oft mit mehreren Kernen; andere, in Gruppen angeordnete, erreichen kaum ein Viertel der normalen Größe.

Beim albinotischen Kaninchen sind letztere mit einer gelbbraunen körnigen Masse angefüllt; die Körnchen von der verschiedensten Größe — von moleculärer Feinheit bis Blutkörperchengröße [1]).

Schließlich ist die Retina auf eine dünne Bindegewebsmembran reducirt, in welche zahlreiche schwarz pigmentirte Zellen bei schwarzäugigen, mit dem oben erwähnten gelbbraunen Pigment angefüllte Zellen bei albinotischen Kaninchen eingebettet sind.

Im benachbarten Glaskörper finden sich ziemlich zahlreiche, junge Zellen mit großem Kern und wenig Protoplasma, manche mit mehreren Kernen. Manche dieser Zellen sind bei dunkeläugigen Kaninchen mit deutlichen Pigmentkörnchen angefüllt, daher sie wohl kaum Abkömmlinge präexistenter Glaskörperzellen sind.

Die Chorioidea ist mittlerweile zu einer einfachen Bindegewebsmembran atrophirt, in der blos noch spärliche Ciliararterien zu sehen sind (vergl. Augenspiegelbild). Capillaren und Venen sind zu Grunde gegangen. In dieser atrophirten Stelle finden sich beim weißen Kaninchen mit gelbbraunem Pigment versehene, vielästige Stromazellen, die ich in der übrigen Chorioidea nicht sah.

Es lag mir zunächst daran zu wissen, ob die Möglichkeit, durch Sonnenlicht sichtbare Veränderungen in der Netzhaut hervorzurufen, an das Leben des Thieres gebunden ist. Leicht gelang es, zu zeigen, daß selbst mehrere Stunden nach dem Tode, wenn nur Linse und Hornhaut nicht trübe geworden sind, noch ganz anologe Veränderun-

[1]) Es erinnert mich dieses Stadium lebhaft an einen Fall von typischer *Retinitis pigmentosa*, den ich zu untersuchen Gelegenheit hatte. Auch da waren im Bereiche des pigmentirten Kreises die nervösen Elemente zu Grunde gegangen, das Bindegewebe bildete ein Maschenwerk, in das veränderte Pigmentzellen reichlich eingebettet waren. Die Zellen der *Tapetum nigrum* zeigen große Unregelmäßigkeiten, das körnige Pigment ist von der mannigfaltigsten Größe.

gen, wie die am lebenden Thiere durch den unmittelbaren Einfluß der Sonnenstrahlen entstandenen, hervorgerufen werden können. Ja, wahrscheinlich geht die Fähigkeit dazu erst mit ziemlich bedeutender, durch Fäulniß entstandener Alkalescenz verloren. An Augen wenigstens, die stark ammoniakalisch rochen, konnte ich selbst nach Entfernung der Linse und der Hornhaut bloss durch den Glaskörper mit Linse und Sonnenlicht keine Veränderungen mehr erzielen. Wenn man dagegen bei so präparirten ziemlich frischen Augen das durch die Linse erzeugte Sonnenbildchen auf die Retina projicirt, bekommt man sehr rasch einen weißen Fleck in derselben.

Bei großen Thieraugen, bei welchen allein ich nach dieser Blendungsmethode die mikroskopische Untersuchung vornahm, fand ich immer die Stäbchen verkrümmt und zerstückelt, die äußere Körnerschicht fein granulirt, dagegen das Tapetum fast unverändert.

Geht man mit dem Sonnenbildchen über ein Retinagefäß, so sieht man alsbald eine Verengerung des Lumens daselbst, wobei das darin enthaltene Blut nach den Seiten verschoben wird. Selbst wenn man das so präparirte Auge in eine Schale unter Wasser bringt, so kann man noch die Veränderung hervorrufen. Dagegen hört die Möglichkeit, in der Netzhaut überhaupt eine Blendung hervorzurufen alsbald auf, wenn man dem Wasser einige Tropfen Natronlösung zusetzt.

Bei dieser Blendungsmethode nach dem Tode fiel es mir auf, daß um die Blendung hervorzurufen genau der Brennpunkt in die Netzhautebene fallen muß, was bei den früher angegebenen Methoden im Lebenden wohl nur selten geschieht.

Es scheint also ein geringerer Reiz schon im Leben zu genügen, um diese Veränderungen hervorzurufen. Mit Sicherheit wird sich jedoch die im lebenden Thiere verwendete Lichtintensivität wohl nicht berechnen lassen, da man dazu nicht nur die optischen Constanten des Auges, sondern auch den durch die Reflexionen erlittenen Verlust in Rechnung ziehen müßte.

Es darf uns wohl nicht wundern, daß die im Lebenden erzeugte Stase und Transsudation aus den benachbarten Blutgefäßen in den Stäbchen eine ähnliche Zerstörung hervorrufen kann, wie primär die starke Lichteinwirkung. Ich glaube, daß die durch parallele Strahlen hervorgerufene augenblicklich auftretende weiße Trübung in der Netzhaut den eben erwähnten nach dem Tode hervorgerufenen Ver-

änderungen entspricht, während in solchen Fällen, wo anfangs kaum etwas nachweisbar, erst nach einiger Zeit eine ähnliche Trübung auftrat, der Proceß durch Störungen hervorgerufen wurde, die am heftigsten die Gefäße der Chorioidea und bloss in geringerem Grade die Retina betroffen haben.

Eine Analogie haben wir ja in der Linse, die bekanntlich nach Verletzungen der Kapsel, wobei dem Kammerwasser auf die Linsenfasern einzuwirken gestattet ist, getrübt wird. Eine Linsentrübung tritt aber, wie wir oben (Krankengeschichte Nr. 2) gesehen haben, auch leicht auf, wenn man das Sonnenbild der Linse auf den Rand der Iris richtet. Ja bei einem Bombinator, dessen Pupille so eng war, daß ich, um ein größeres Lichtbündel behufs der Blendung in das Auge zu bringen, den Brennpunkt der Linse in die Pupillarebene einstellen mußte, gelang es mir nicht, eine Retinablendung hervorzurufen; es wurde aber die ganze vordere Linsenfläche grauweiß, so daß man von vorne gesehen einen vollständigen grauen Staar vor sich zu haben glaubte. Noch besser gelingt es, diese Cataracta hervorzurufen, wenn man bloss den vorderen Abschnitt des enucleirten Auges nimmt und von hinten durch die Krystallinse das Sonnenbild auf die Hinterfläche der Iris lenkt, wobei die anliegende Linsenpartie getrübt wird, oder wenn man die Krystallinse nach Entfernung der Netzhaut auf die Chorioidea bringt und so wie bei Netzhautblendungen verfährt.

Man findet dann die Linsenfasern und Epithelzellen wohl erhalten, aber fein moleculär getrübt. Die Kapsel selbst zeigt keine Veränderung.

Ja selbst, wenn man gewöhnliches Hühnereiweiß anstatt der Retina auf die Chorioidea legt, kann man auf ganz ähnliche Weise in demselben einen der Chorioidea anliegenden, weißen, mit grauem Hof umgebenen Fleck hervorrufen.

Andererseits kann in einer Retina auch leicht eine solche Trübung hervorgerufen werden, wenn man sie auf einem andern dunkeln Grunde, z. B. mit Asphalt angestrichenem Glase, auf einer Pappschiefertafel oder selbst auf mit Kupferoxydul grüngefärbtem Glase ausbreitet, mit Glaskörper bedeckt und dann das Sonnenbild auf sie entwirft. Dagegen konnte ich in der Retina keine Veränderung nachweisen, wenn ich sie auf einer durchsichtigen, farblosen Glastafel ausbreitete und den Brennpunkt auf sie einstellte.

Diese Versuche lassen wohl keinen Zweifel übrig, daß man es bei diesen Vorgängen mit einer Coagulation von in der Retina, besonders in den Stäbchen, dann in der Linse enthaltenen Eiweißkörpern zu thun hat. Daraus erklärt sich der weiße Fleck am pigmentirten Augengrunde, die entstandene Cataracta, daraus vielleicht auch die größere Widerstandsfähigkeit nicht zu stark geronnener Partien gegen die Einwirkung von Reagenzien. Letzteres bezieht sich auf die oben erwähnte größere Resistenz der geblendeten Froschretina, die Beibehaltung der Spindelform der Elemente der äußeren Körnerschichte eben daselbst, die bessere Conservirung der geblendeten Stäbchenschichte beim Meerschweinchen. Endlich, glaube ich, wird die Contraction der Retinalgefäße bei Blendung in längst getödteten Thieren wohl auch durch Gerinnung von, in den Circularfasern vorhandenen, eiweißartigen Substanzen hervorgerufen [1]).

Es kann wohl Niemand in Zweifel sein, daß unter diesen Umständen Wärmeproduction am *Tapetum nigrum* die Ursache der Coagulation sei.

Es frägt sich nun: Sind es die im Sonnenlicht vorhandenen dunkeln Wärmestrahlen, oder sind es die leuchtenden Strahlen der Sonne, das sogenannte mechanische Äquivalent (Thomsen. Pogg. Ann. 1865, Nr. 6, Bd. 75, S. 381) derselben? Das erstere ist schon wegen der durch Brücke nachgewiesenen geringen Diathermanität der durchsichtigen Medien des Auges unwahrscheinlich. Um die Möglichkeit aber vollkommen auszuschließen, bediente ich mich einer 2 Decimeter dicken Wasserschichte [2]), die nach Thomsen (l. c.)

[1]) Ob die gewöhnliche *Cataracta senilis* sich zur gesunden Linse nicht so verhält, wie geronnenes Eiweiß zu nicht geronnenem, eine Frage, die sich vielleicht nach dem Vorausgegangenen Manchem aufdrängt, läßt sich meiner Meinung nach so lange nicht discutiren, als man den moleculären Unterschied des geronnenen und nicht geronnenen Eiweißes nicht kennt.

[2]) Der Apparat besteht aus einem unter beliebigem Winkel stellbaren Gaslampencylinder von 2 Decimeter Länge, der vorne durch ein planparalleles Spiegelglas, hinten durch eine planconvexe Linse von 4 Zoll Brennweite geschlossen ist. Durch eine kleine Öffnung am Mantel wird Wasser eingegossen. Um mir eine beiläufige Vorstellung darüber zu machen, wie viel an wärmender Kraft durch die Wasserabsorption verloren geht, stellte ich an einem Morgen bei ganz klarem Himmel dreimal bei gefülltem, dreimal bei leerem Cylinder, eine mit Tusche geschwärzte Thermometerkugel durch eine Minute lang in den Brennpunkt der Linse. Das Thermometer stieg bei den drei ersten Versuchen um $16\frac{1}{2}$, 16 und $16\frac{1}{2}°$ R. Bei den drei letzten um $25\frac{1}{2}$, 25 und 24° R.

sämmtliche dunkeln Wärmestrahlen absorbirt, und versuchte mit so geläutertem Lichte zu blenden. Der sechsmal angestellte Versuch schlug nie fehl.

Wir haben uns also den Vorgang so vorzustellen, daß die Lichtstrahlen an das *Tapetum nigrum* gelangen und hier absorbirt werden; daß die lebendige Kraft der Ätherschwingungen, auf die Molecüle des Tapetum übertragen, dieselben zu langsamen Schwingungen anregt, welche als Wärme ihre Wirkung auf die Umgebung ausüben. Die feinkörnige Vertheilung des Pigmentes wird nicht wenig die reichliche Absorption und Emission der Lichtstrahlen begünstigen.

Daß auch bei albinotischen Kaninchen und bei Thieren mit einer *membrana Faëldingii* ähnliche Blendungserscheinungen, wenn auch vielleicht etwas langsamer, hervorgerufen werden, kann wohl nicht dagegen entscheiden, da der pigmentlose Augengrund wahrscheinlich ebenfalls ein ziemlich bedeutendes Absorptionsvermögen besitzt. Die mit dem oben erwähnten Wasserapparate auf dem bloßen Handrücken concentrirten Sonnenstrahlen riefen nach ganz kurzer Einwirkung eine Brandblase hervor, und der Handrücken ist ja doch heller gefärbt als die mit Blut gefüllte Chorioidea des Albinos. Außerdem sind bei Albinos und bei Thieren mit einer *membrana Faëldingii* die Pigmentepithelzellen mit einer äußerst feinkörnigen Substanz angefüllt, die vielleicht gut Wärme absorbirt.

Daß auch auf die Chorioidea eine solche Wirkung ausgeübt wird, ist a priori wahrscheinlich und durch folgenden Versuch wohl sicher gestellt. Eine Eiweißschichte bedeckte ich mit einer dünnen Schichte Asphaltlack. Nach wenigen Minuten gab ich darauf abermals eine Eiweißschichte, dann lenkte ich das Sonnenbildchen auf die Asphaltschichte. Der Asphalt erlitt keine Veränderung, dagegen waren an beiden Seiten desselben dünne Schichten weiß coagulirten Eiweißes. Auf die Weise wird auch die Beobachtung erklärlich, daß die Coagulation der Retina auf einer asphaltirten Glasplatte leichter gelang als auf einer asphaltirten Metallplatte, indem in letzterem Falle die Asphaltschichte eine bedeutendere Dicke haben mußte, um die bessere Wärmeleitung des Metalls zu paralysiren.

So kann vielleicht auch das beständig circulirende Blut in der Choriocapillaris eine rasche Ableitung der producirten Wärme vermitteln und die Retina bis zu einem gewissen Grade schützen oder nach Drapers Theorie die Schärfe des Bildes erhöhen.

Durch die bei der intensiven Blendung entstandene Coagulation ist also die Entstehung von Wärme an der Grenze der Stäbchenschichte festgestellt und zwar einer Wärme, die im Stande ist, das Eiweiß in der Retina zur Coagulation zu bringen. Spätere Versuche werden wohl lehren, welche Temperaturerhöhung dazu nothwendig ist.

Dies festgestellt, wird man mit Sicherheit schließen müssen, daß auch beim gewöhnlichen Sehen die Lichtstrahlen auf der Retina eine Wärmewirkung freilich viel geringeren Grades ausüben werden. Es fällt mir nicht ein, zu glauben, daß ich durch Feststellung dieser Thatsache die Richtigkeit der Draper'-schen Theorie [1]), daß das Sehen, ein Tasten der Stäbchen nach dem Wärmezustand des *Tapetum nigrum* sei, bewiesen habe, aber es ist dadurch wenigstens die der Theorie zu Grunde liegende Hypothese, daß durch das Licht am *Tapetum nigrum* Wärme producirt werde, bewiesen worden.

Es ist damit das nothwendige Postulat der Physiologie, eine materielle Veränderung der percipirenden Nervenelemente nachgewiesen

[1]) Ich erlaube mir Draper's Theorie (Human physiology 1856) nach Meißner's Jahresbericht 1857. S. 567 hier mitzutheilen, da mir das englische Original nicht zu Gebote stand: Seiner Ansicht nach ist die Pigmentschicht der auffangende Schirm, nicht eine Schichte der Retina, indem die Erregung der Retinaelemente nicht direct durch die Lichtwellen als solche, sondern erst nach Absorption derselben durch die Wärme zu Stande käme. Draper meint, daß die physikalischen Wirkungen des Lichtes, welche auf Absorption beruhen und derselben direct proportional sind, die Umwandlung des äußeren Reizes in einen inneren (physiologischen) Reiz vermitteln. Durch Wärmemessungen im Interferenzspectrum constatirte er, daß die Wärmeintensität in der Gegend des Gelb am größten ist (rectificirtes Spectrum). Die primäre Wirkung der Lichtstrahlen besteht darin, die Temperatur des schwarzen Pigmentes zu erhöhen, und zwar auf einen Grad, der abhängig ist von der Intensität der Strahlen und ihrer Qualität.

Mit dieser localen Temperaturveränderung beginnt der Akt des Sehens, indem das was geschieht, wenn wir mit den Fingerspitzen über die Oberfläche der Körper hin fahren, und kalte und warme Stellen erkennen, mit unendlich größerer Feinheit auch im Auge geschieht. Die Stäbchen der *membrana Jacobi* sind wahre tastende Organe, welche der percipirenden Retinafläche den Temperaturzustand des schwarzen Pigmentes übermitteln. Das Auftreffen des Lichtstrahles auf einen Punkt erhöht dessen Temperatur auf einen Grad, welcher von der Lichtquelle abhängt; aber es findet augenblicklich eine Temperaturabnahme statt vermöge der Leitung zu den benachbarten Theilen. Diese fortgeleitete Wärme hat wegen ihrer sehr viel geringeren Intensität keine chemische Wirkung mehr und aus diesem Grunde ist das Sehen scharf wie ein photographisches Bild.

worden, einer Veränderung, die selbst bei sehr heftiger Einwirkung des normalen Reizes zu Zerstörung derselben führen kann.

Ich kann nicht schließen, ohne hier meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Prof. Brücke, für die aufmunternde Unterstützung zu danken, die er mir nicht nur bei dieser Arbeit, sondern während meiner ganzen mikroskopischen Studien angedeihen ließ.

Erklärung der Zeichnungen.

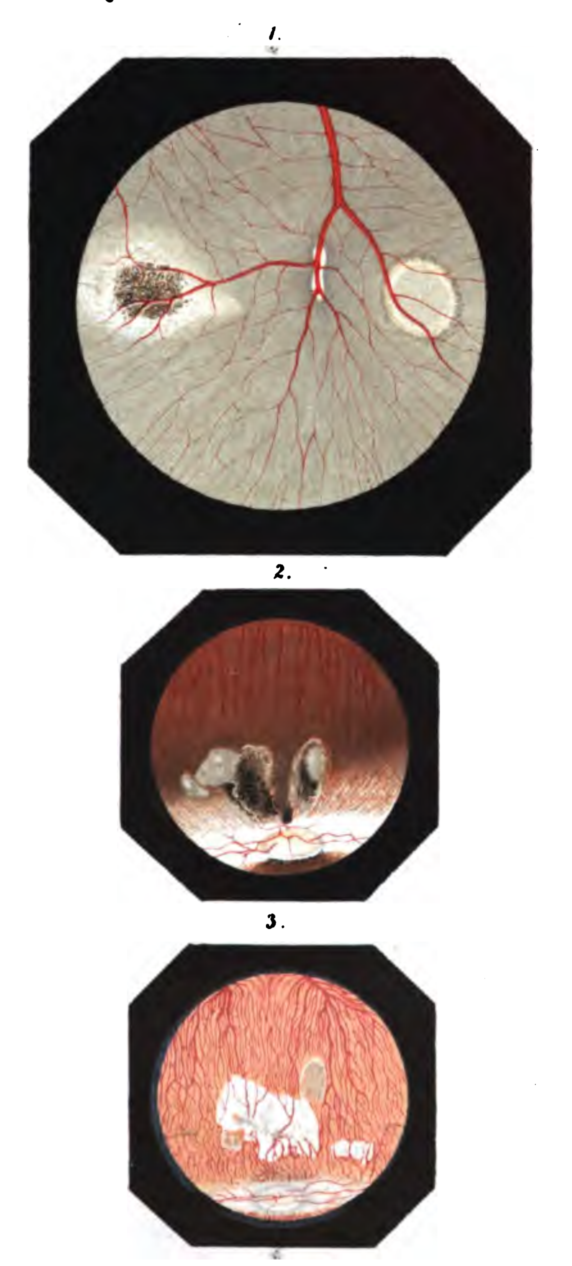
Sämmtliche Augenspiegelbilder sind im umgekehrten Bilde, und zwar Fig. 1 und 3 mit einer Umkehrungslinse von etwa $1\frac{1}{2}$ Zoll, Fig. 2 mit einer Umkehrungslinse von 2 Zoll Brennweite gezeichnet.

Fig. 1. Augenhintergrund von *Rana esculenta* am 8. Juli 1865. Etwas nach rechts vom Centrum ist die fast bisquitförmige (bei der Mehrzahl der Frösche lanzettförmige) Sehnervenscheibe, vor der ein starkes venöses Gefäß liegt, das in die Centralvene sich ergießt. Der bläulichgraue Augengrund ist wahrscheinlich durch die Nervenfaserbündel radiär gestreift. Links ist die am 12. Juni, rechts die am 6. Juli geblendete Stelle.

Fig. 2. Augenspiegelbild des gelbbraunen Kaninchens am 14. September. Sehr excentrisch nach unten (im umgekehrten Bilde) sieht man die flach excavirte Sehnervenscheibe mit der Ausbreitung markhaltiger Nervenfasern (dem allein gefäßhaltigen Gebiete der Netzhaut) nach beiden Seiten. Nach oben davon sind die drei geblendeten Stellen. Die mittelste (ragt noch theilweise in den Bereich markhaltiger Fasern) vom 11. August, die rechte vom 31. August, die linke vom 12. September.

Fig. 3. Weißes albinotisches Kaninchen, am 29. September. Die Sehnervenscheibe unten, ganz oben zwei vortices sichtbar. Rechts und links als transversale Streifen die beginnenden langen Ciliararterien. Die Blendungsstellen vom 13. August und 16. September sind in eine große weiße, mit wenig grauen Flecken versehene Fläche verwandelt, nur nach links ist noch ein kleiner verwaschener rother Fleck — der letzte Rest des Extravasats. In den weißen Flächen entspringen einige kurze Ciliararterien. Nach rechts unten ist die Blendung vom 31. August. Rechts oben und links unten sind die vom 25. September geblendeten Stellen. Man sieht diffus geröthete Stellen, offenbar Extravasate, vor denen eine getrübte Netzhaut liegt.

Czerny. Über Blendung der Netzhaut.



Gem. v. Verf. lith. v. Dr. C. Heitzmann   Aus d. k. k. Hof- u. Staatsdruckerei

Berechnung der Sonnenfinsternisse in den Jahren 1868 bis 1870.

Von dem c. M. Dr. Edmund Weiss,
Adjunct der k. k. Sternwarte.

(Mit 4 Karten.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 25. Juli 1867.)

Im Anschlusse an eine im 54. Bande der Sitzungsberichte der k. Akademie der Wissenschaften veröffentlichte Abhandlung theile ich im Folgenden den Lauf des Kernschattens auf der Erdoberfläche während der Sonnenfinsternisse der Jahre 1868 bis 1870 mit und füge dieser Angabe die näheren Modalitäten bei, unter denen die Erscheinung eintreten wird.

Den Berechnungen habe ich dieselben Constanten zu Grunde gelegt, wie in der bereits erwähnten Abhandlung, nämlich:

Mondhalbmesser: $s = 0{\cdot}272957$ Erdhalbmesser.
Mittlerer Halbmesser der Sonne: 961"82.
Mittlere Äquat. Horiz. Parallaxe der Sonne: 8"94.
Refraction im Horizonte: $r = 35' = 0{\cdot}01018$.
Abplattung der Erde: $c = \frac{1}{300}$.

Die Ephemeriden von Sonne und Mond habe ich aus dem Nautical Almanac der betreffenden Jahre interpolirt und mich bei den folgenden Rechnungen der Methode bedient, die Hansen in seiner „Theorie der Sonnenfinsternisse und verwandten Erscheinungen" entwickelt hat. Bei der Mittheilung der verschiedenen Hilfsgrößen habe ich ebenfalls Hansen's Bezeichnungen beibehalten, um der Nothwendigkeit überhoben zu sein, deren Bedeutung auseinander zu setzen. Die beiden mit $d\lambda$ und $d\varphi$ bezeichneten Größen, welche bei den Sonnenfinsternissen am 23. Februar 1868 und 11. Februar 1869 vorkommen, liefern, an die, den gleichen Ortszeiten correspondirenden geographischen Längen (λ) und Breiten (φ) der Centrallinie mit den linksstehenden Zeichen angebracht, den Zug der nördlichen Grenzlinie der Ringförmigkeit und den der südlichen, wenn es mit den rechtsstehenden Zeichen geschieht. Wenn ich nun noch hinzufüge,

daß die Längen östliche sind, vom Meridian von Greenwich an gezählt, und die wahre Ortszeit mit t, die entsprechende wahre Greenwicher Zeit mit T bezeichnet wird, endlich, daß ψ den von der Mondbahn an gezählten Positionswinkel des Berührungspunktes der Ränder bedeutet, so werden die nachstehenden Angaben der Curvenpunkte wohl keiner weiteren Erklärungen mehr bedürfen.

I. Ringförmige Sonnenfinsterniss am 22. und 23. Februar 1868.

Mondephemeride.

1868.	☾ Länge	☾ Breite	☾ Parallaxe
Febr. 23·00 mittl. Zeit Gr.	333° 7' 10"7	+0°10' 23"0	0°54' 33"7
„ 23·05	333 43 21·8	0 7 1·8	54 34·6
„ 23·10	334 19 34·2	0 3 40·5	54 35·5
„ 23·15	334 55 47·8	+0 0 19·0	54 36·5
„ 23·20	335 32 2·7	−0 3 2·6	54 37·4

Sonnenephemeride.

1868.	Länge der ☉	Scheinb. AR. d. ☉	Sch. Decl. d. ☉
Febr. 23·00 mittl. Zeit Gr.	334°11' 52"7	336° 4' 54"6	−9°58' 35"0
„ 23·05	14 53·8	7 45·9	57 29·1
„ 23·10	17 54·9	10 37·2	56 23·2
„ 23·15	20 56·1	13 28·4	55 17·2
„ 23·20	23 57·2	16 19·6	54 11·2

1868.	mittl. AR. d. ☉	Zeitgleich.	log. Rad. vect.
Febr. 23·00 mittl. Zeit Gr.	332°40' 6"3	−3°24' 48"3	9·9955705
„ 23·10	46 1·1	24 36·0	9·9955807
„ 23·20	51 56·0	24 23·6	9·9955909

und für Februar 23·10 mittl. Zt. Greenw.

Sonnenbreite: −0"08.
Sonnenparallaxe: 9·03.
Schiefe der Ekliptik: 23° 27' 15"10.

1868.	P	Q	log n	N
Febr. 23·00	−1·189058	+0·190867	9·708167	95° 46' 32"2
„ 23·05	−0·579388	+0·129200	9·708208	46 31·7
„ 23·10	+0·030401	+0·067523	9·708206	46 32·0
„ 23·15	+0·640170	+0·005846	9·708194	46 32·6
„ 23·20	+1·249972	−0·055840	9·708207	46 33·3

1868.	h_0	N'	γ	μ
Febr. 23·00	+21°20′ 9″6	74°26′20″7	+0·070253	+31°9012
„ 23·05	20 39·3	25 51·5	0·070253	31·9013
„ 23·10	21 8·7	25 23·3	0·070253	31·9013
„ 23·15	21 38·3	24 55·2	0·070253	31·9013
„ 23·20	22 7·8	24 27·4	+0·070253	+31·9013

	Für äußere Berührungen.		Für innere Berührungen.	
1868.	log. sin f	u'	log. sin f	u'
Febr. 23·00	7·675396	+0·571302	7·673192n	—0·023877
„ 23·05		0·571257		—0·023833
„ 23·10	7·675386	0·571184	7·673182n	—0·023760
„ 23·15		0·571075		—0·023652
„ 23·20	7·675375	0·570946	7·673171n	—0·023524

1868.	$\Delta\alpha'$	$\Delta\delta'$	Δh
Febr. 23·00	—10″83	—2″37	+1″88
„ 23·10	0·00	+0·74	0·00
„ 23·20	+10·83	+3·71	—1·86

1. Äussere Berührung des Vollschattens.

Anfang		Ende	
der ringförmigen Finsterniß.			
W =	176° 6′6	W =	3° 59′2
ψ =	3 51·2	ψ =	175 57·2
λ =	265 10·9	λ =	25 29·9
φ =	—11 23·0	φ =	+19 29·2
t =	17h 48·4m	t =	5h 49·5m
T =	0 7·6	T =	4 7·5

Dauer der ringförmigen Finsterniß: 3h 59m9.

2. Zone der Ringförmigkeit.

Die Werthe, der zur Berechnung der einzelnen Punkte der Centrallinie eingeführten Hilfsgrößen sind die folgenden:

	Februar 23·05	Februar 23·15
log d	9·99859	9·99859
log e	9·99869	9·99870
log e'	9·99990	9·99991
D	—10° 0′5	—9° 56′4
ν	— 2·9	—2·9
ν'	+ 2·9	+2·9

	Februar 23·05	Februar 23·15
$K+\Delta\alpha'$	92°45'5	92°45'1
log sin k	9·98428	9·98422
log β	0·88864	0·88910
$G+\Delta\alpha'$	—31°52'3	—31°40'4
log sin g	9·49958	9·49937
log α	9·97572	9·97574

Centrallinie der Finsterniß.

	t		T		λ		φ	
Februar 22.	17h	49m5	2°	36'8	264°	46'1	—11°	18'1
	18	0	2	37·7	267	22·3	—11	46·8
	18	40	3	14·6	276	45·4	—13	11·9
	19	20	4	41·2	285	18·8	—14	6·0
	20	0	6	54·4	293	5·6	—14	28·2
	20	40	9	50·4	300	9·6	—14	17·9
	21	20	13	25·4	306	34·6	—13	35·4
	22	0	17	35·0	312	25·0	—12	21·4
	22	40	22	13·6	317	46·4	—10	37·2
	23	20	27	14·3	322	45·7	— 8	24·9
Februar 23.	0	0	32	28·6	327	31·4	— 5	47·8
	0	40	37	45·8	332	14·2	— 2	50·2
	1	20	42	54·2	337	5·8	+ 0	21·8
	2	0	47	41·4	342	18·6	+ 3	41·6
	2	40	51	55·7	348	4·3	+ 7	1·9
	3	20	55	27·8	354	32·2	+10	15·3
	4	0	58	11·1	1	48·9	+13	14·8
	4	40	60	2·3	9	57·7	+15	55·1
	5	20	61	0·8	18	59·2	+18	11·8
	5	48·3	61	11·2	25	53·4	+19	31·9

Ortszeit		Dauer der Ringförmigkeit		Ringbreite	Höhe des Sonnencentrums		Richtung der Bewegung d. Schattenaxe	$d\lambda$	$d\varphi$
18h	0m	5m	41s	77'6	2°	18'	99°6	+ 1'0—	+1°22'8—
18	40	6	0	75·2	11	58	96·8	+ 0·9—	+1 19·5—
19	20	6	22	72·9	21	41	93·7	— 0·1+	+1 16·6—
20	0	6	47	70·7	31	22	90·6	— 1·8+	+1 14·0—
20	40	7	13	68·7	41	2	87·4	— 4·2+	+1 11·8—
21	20	7	40	66·9	50	44	84·3	— 7·1+	+1 9·9—
22	0	8	3	65·5	60	30	81·4	—10·2+	+1 8·4—
22	40	8	21	64·4	70	20	78·7	—13·3+	+1 7·2—
23	20	8	31	63·7	80	1	76·4	—15·9+	+1 6·4—
0	0	8	30	63·4	85	51	74·4	—17·7+	+1 6·1—
0	40	8	20	63·6	77	48	72·9	—18·7+	+1 6·5—
1	20	8	1	64·2	67	36	72·0	—18·6+	+1 7·6—
2	0	7	38	65·5	57	10	71·6	—17·4+	+1 9·3—
2	40	7	12	67·0	46	43	71·8	—15·3+	+1 11·4—
3	20	6	47	68·9	36	21	72·6	—12·4+	+1 13·8—
4	0	6	23	71·0	26	8	73·9	— 9·0+	+1 16·3—
4	40	6	2	73·3	16	7	75·7	— 5·6+	+1 18·7—
5	20	5	44	75·7	6	22	77·9	— 2·4+	+1 21·8—

In der obigen tabellarischen Zusammenstellung ist „Richtung der Bewegung der Schattenaxe“ der Winkel genannt, den die Richtung der Bewegung der Schattenaxe mit dem Meridiane des betreffenden Ortes einschließt, von Nord über West gezählt.

Diesen Berechnungen zu Folge geht die Sonne in der Südsee ringförmig verfinstert auf; dann tritt die Zone der Ringförmigkeit nur wenig südlich von Lima in Peru ein, durchschneidet mit ihrem südlichen Theile die nördliche Hälfte des Titikaka-See's, wendet sich hierauf in Brasilien nach Norden und verläßt Südamerika bei Pernambuco und Natal, welche beiden Städte eben noch an der Grenzlinie der ringförmigen Verfinsterung liegen. Nachdem nun der Schattenkegel den atlantischen Ocean durcheilt, gelangt er, Sierra Leone nördlich lassend, in die Republik Liberia und läuft von dort aus in die südlichen Theile der Sahara, an deren östlicher Grenze er die Erde verläßt. Um ein übersichtliches Bild über den Gang der Erscheinung zu liefern, habe ich auf Taf. I, Fig. 1 den Zug des Kernschattens auf der Erde eingezeichnet. Man sieht dadurch sogleich, daß der Schattenkegel fast nur unwirthliche Gegenden berührt, weßhalb man bei dieser Finsterniß wohl kaum auf Beobachtungen aus der Zone der Ringförmigkeit wird rechnen dürfen.

II. Totale Sonnenfinsterniss am 17. August 1868.

Mondephemeride.

1868.	☾ Länge	☾ Breite	☾ Parallaxe
Aug. 17·60 mittl. Zt. Gr.	143°42'52"1	−0°12'34"0	1° 1'20"4
„ 17·65	144 28 25·6	−0 8 20·6	1 20·2
„ 17·70	145 13 58·7	−0 4 7·1	1 20·0
„ 17·75	145 59 31·4	+0 0 6·4	1 19·7
„ 17·80	146 45 3·7	+0 4 19·7	1 19·3

1868.	Länge der ☉	Scheinb. AR. d. ☉	Sch. Decl. d. ☉
Aug. 17·60 mittl. Zt. Gr.	145°22' 6"9	147°38'30"1	+13°4'22"9
„ 17·65	25 0·3	41 17·7	3 24·6
„ 17·70	27 53·6	44 5·3	2 26·3
„ 17·75	30 47·0	46 52·8	1 27·9
„ 17·80	33 40·3	49 40·4	0 29·5

1868.	mittl. AR. d. ☉	Zeitgleich.	log. Rad. vect.
Aug. 17·60 mittl. Zt. Gr.	146°43'59"3	−0°54'30"8	0·0051053
„ 17·70	49 54·2	54 11·1	0·0050966
„ 17·80	55 49·0	53 51·4	0·0050879

und für August 17·70 mittl. Zeit Greenw.

Sonnenbreite: $+0\rlap{.}''29$.
Sonnenparallaxe: 8·84.
Schiefe der Ekliptik: 23° 27' $15\rlap{.}''48$.

1868.		P	Q	$\log n$	N
Aug.	17·60	—1·621700	—0·205452	9·766255	84° 20' $42\rlap{.}''1$
„	17·65	—0·924637	—0·136440	9·766300	20 39·2
„	17·70	—0·227430	—0·067393	9·766347	20 38·5
„	17·75	+0·469769	+0·001672	9·766295	20 33·7
„	17·80	+1·166141	+0·070757	9·766042	20 18·8

1868.		h_0	N'	γ	μ
Aug.	17·60	—19°38'$46\rlap{.}''4$	103°59'$31\rlap{.}''8$	—0·044655	+$257\rlap{.}^{\circ}0827$
„	17·65	39 24·4	104 0 5·5	—0·044652	257·0821
„	17·70	40 2·3	0 41·3	—0·044651	257·0815
„	17·75	40 40·2	1 13·0	—0·044644	257·0823
„	17·80	41 17·9	104 1 34·4	—0·044628	+257·0858

1868.		Für äußere Berührungen.		Für innere Berührungen.	
		$\log \sin f$	u'	$\log \sin f$	u'
Aug.	17·60	7·665706	+0·532418	7·663502n	+0·014810
„	17·65		+0·532508		+0·014720
„	17·70	7·665715	+0·532558	7·663511n	+0·014670
„	17·75		+0·532576		+0·014652
„	17·80	7·665725	+0·532559	7·663521n	+0·014669

1868.		$\Delta\alpha'$	$\Delta\delta'$	Δh
August	17·60	—$14\rlap{.}''59$	+$2\rlap{.}''84$	—$3\rlap{.}''30$
„	17·70	— 2·25	—0·15	—0·51
„	17·80	+10·08	—3·15	+2·27

1. Äussere Berührung des Vollschattens.

Anfang		Ende	
der totalen Finsterniß			
$W =$	182° 29'2	$W =$	357° 25'7
$\psi =$	177 32·9	$\psi =$	2 37·3
$\lambda =$	36 0·1	$\lambda =$	163 20·6
$\varphi =$	+11 10·4	$\varphi =$	—16 16·8
$t =$	17ʰ 48·2ᵐ	$t =$	5ʰ 45·9ᵐ
$T =$	15 24·2	$T =$	18 52·5

Dauer der totalen Finsterniß: 3ʰ $28\rlap{.}^{m}3$.

2. Zone der Totalität.

Die Werthe der Hilfsgrößen sind:

	August 17·60	August 17·80
log d	9·99863	9·99862
log e	9·99871	9·99871
log e'	9·99992	9·99992
D	+13° 6'8	+13° 3'1
ν	+2·5	+2·6
ν'	—2·5	—2·6
$K+\Delta\alpha'$	93° 13'5	93°13'1
log sin k	9·98761	9·98755
log β	0·78043n	0·78178n

Zone	August 17·60			August 17·80		
	$G+\Delta\alpha'$	log sin g	log α	$G+\Delta\alpha'$	log sin g	log α
T_n	137°14'2	9·51788	9·97359	137°23'3	9·51758	9·97363
Centrallinie	137 48·9	9·51386	9·97407	137 58·2	9·51357	9·97411
T_s	138 24·3	9·50985	9·97455	138 33·6	9·50957	9·97459

T_n und T_s sind die Constanten für die nördliche und südliche Grenzlinie der Totalität.

A. Nördliche Grenzcurve der Totalität.

t		T	ψ	λ	φ
August 17.	17h 46m2	231°26'7	84° 3'4	35° 6'2	+11°53'1
	18 0	231 28·4	84 17·2	38 31·6	12 41·3
	18 40	232 4·3	85 6·5	47 55·7	14 42·3
	19 20	233 23·5	86 14·4	56 36·5	16 12·7
	20 0	235 21·6	87 41·4	64 38·4	17 11·0
	20 40	237 55·0	89 27·8	72 5·0	17 36·8
	21 20	240 59·8	91 32·1	79 0·2	17 29·1
	22 0	244 32·3	93 50·0	85 27·7	16 48·2
	22 40	248 28·0	96 13·8	91 32·0	15 34·9
	23 20	252 42·2	98 31·7	97 17·8	13 50·0
August 18.	0 0	257 9·4	100 30·2	102 50·6	11 35·7
	0 40	261 41·4	101 56·4	108 18·6	8 55·0
	1 20	266 9·2	102 42·0	113 50·8	5 52·2
	2 0	270 22·6	102 45·4	119 37·4	+ 2 33·0
	2 40	274 10·7	102 11·7	125 49·3	— 0 55·4
	3 20	277 24·1	101 9·9	132 35·9	4 25·3
	4 0	279 55·0	99 50·1	140 5·0	7 49·1
	4 40	281 38·7	98 21·3	148 21·3	10 59·4
	5 20	282 33·7	96 50·3	157 26·3	13 49·9
	5 47·8	282 43·2	95 49·5	164 13·8	15 33·9

B. Linie der centralen Finsterniss.

t			T		λ		φ	
August 17.	17h	47m2	231°	25'3	35°	22'1	+11°	4'4
	18	0	231	26·8	38	33·2	11	48·7
	18	40	232	2·2	47	57·8	13	47·3
	19	20	233	21·3	56	38·7	15	15·5
	20	0	235	20·3	64	39·7	16	11·6
	20	40	237	55·3	72	4·7	16	35·2
	21	20	241	2·2	78	57·8	16	25·7
	22	0	244	37·2	85	22·8	15	43·4
	22	40	248	35·8	91	24·2	14	28·7
	23	20	252	52·9	97	7·1	12	42·9
August 18.	0	0	257	22·0	102	38·0	10	28·1
	0	40	261	55·5	108	4·5	7	47·1
	1	20	266	23·8	113	36·2	4	44·7
	2	0	270	36·4	119	23·6	+ 1	26·6
	2	40	274	23·0	125	37·0	— 2	0·6
	3	20	277	34·0	132	26·0	5	28·2
	4	0	280	2·3	139	57·7	8	49·1
	4	40	281	43·4	148	16·6	11	56·3
	5	20	282	36·2	157	23·8	14	43·8
	5	46·9	282	44·8	163	58·7	—16	22·6

Ortszeit		Dauer der Totalität		Überschuß des Mondhalbmessers	Höhe des Sonnencentrums		Richtung der Bewegung der Schattenaxe
18h	0m	3m	8s	55"0	2°	54'	77°3
18	40	3	34	58·1	12	40	80·0
19	20	4	3	61·0	22	26	82·9
20	0	4	34	63·7	32	5	86·1
20	40	5	7	66·1	41	40	89·3
21	20	5	39	68·2	51	14	92·6
22	0	6	8	69·9	60	51	95·8
22	40	6	31	71·2	70	31	98·8
23	20	6	45	71·9	80	15	101·6
0	0	6	48	72·2	87	26	104·0
0	40	6	39	71·8	78	52	106·0
1	20	6	19	70·9	68	36	107·6
2	0	5	51	69·4	58	8	108·6
2	40	5	19	67·3	47	34	109·0
3	20	4	45	64·8	37	2	108·9
4	0	4	12	62·0	26	35	108·1
4	40	3	42	59·0	16	17	106·7
5	20	3	15	55·9	6	15	104·9

C. Südliche Grenzcurve der Totalität.

	t		T	ψ	λ	φ
August 17.	17ʰ	48ᵐ1	231°26'7	264°17'6	35°37'8	+10°15'7
	18	0	231 25·4	264 27·9	38 34·6	10 55·8
	18	40	232 0·5	265 18·7	47 59·5	12 52·0
	19	20	233 19·7	266 27·0	56 40·3	14 17·9
	20	0	235 19·6	267 54·6	64 40·4	15 12·0
	20	40	237 56·0	269 41·7	72 4·0	15 33·6
	21	20	241 5·0	271 46·5	78 55·0	15 22·3
	22	0	244 42·5	274 4·6	85 17·5	14 38·2
	22	40	248 43·9	276 27·6	91 16·1	13 22·2
	23	0	253 3·6	278 43·5	96 56·4	11 35·4
August 18.	0	0	257 34·9	280 39·5	102 25·1	9 19·9
	0	40	262 9·5	281 58·9	107 50·5	6 39·0
	1	20	266 38·1	282 38·5	113 21·9	3 37·0
	2	0	270 49·9	282 36·1	119 10·1	+ 0 19·9
	2	40	274 34·7	281 57·9	125 25·3	− 3 5·4
	3	20	277 43·4	280 53·1	132 16·6	6 31·0
	4	0	280 9·1	279 31·9	139 50·9	9 49·5
	4	40	281 47·8	278 3·2	148 12·2	12 53·6
	5	20	282 38·2	276 33·2	157 21·8	15 37·8
	5	46·1	282 45·6	275 36·3	163 45·2	−17 11·6

Der Kernschatten berührt die Erde in jener Gegend Abyssiniens, in welcher sich der blaue Nil nach Norden zu wenden beginnt, dann zieht er, mit seinem Nordrande Gondar streifend, über den Zaka-See hinweg, setzt, die Insel Perim einschließend, über die Straße Bab-el-Mandeb und gelangt hierauf nach Yemen, wo Mocha und Aden noch innerhalb seines Zuges liegen, das erstere nahe an der Nordgrenze, das letztere nahe an der Südgrenze der Totalität. Der Nordrand des Schattenkegels läuft von da an in der Provinz Hadramant noch eine bedeutende Strecke längs der Küste fort, bis auch er beim Vorgebirge Râs Fârtâk Arabien verläßt. Nun wandert der Schatten über das arabische Meer nach Vorderindien und dringt zwischen Goa und Rajapoor ins Innere des Landes ein. In demselben liegen sehr nahe an der Centrallinie: Viziadroog, Bajapoor, Gunapoor, Guntor und Massaliputan; ferner in der Zone der Totalität, deren gesammte Breite mehr als 30 geographische Meilen beträgt, noch eine Reihe anderer Städte, von denen ich nur Heiderabad, Ongole und Rajahmundry nennen will. Beim Eintritte in Vorderindien beträgt die Dauer der Totalität auf der Centrallinie 5ᵐ 10ˢ, steigt jedoch bis zum Austritte aus demselben auf 5ᵐ 45ˢ und nimmt noch bis auf 6ᵐ 47ˢ zu, während der Schattenkegel durch den Meerbusen von

Bengalen über die nördlichste Andamans-Insel und den Mergui-Archipelagus auf die Provinz Tenasserim in Hinterindien losgeht, in der die Städte Mergui und Tenasserim nahe an der Centrallinie liegen. In der Mitte des Golfes von Siam tritt endlich bei einer Sonnenhöhe von $87\frac{1}{2}^{\circ}$ die Maximaldauer der Finsterniß mit $6^m\ 50^s$ ein; hierauf durchschneidet die Zone der Totalität die Südspitze von Annam, wendet sich von da, P°. Condore einhüllend, nach dem nördlichen Theile von Borneo, in welchem untern andern Brni innerhalb ihres Bereiches sich befindet, durchzieht die Residentschaft Menado auf Celebes und geht mitten zwischen der Inselgruppe der Molukken (Buru, Amboina und Ceram umschließend) hindurch, während die Totalitätsdauer auf der Centrallinie sich allmälig auf $4\frac{1}{2}^m$ herabmindert. Beim weiteren Verlaufe der Finsterniß bedeckt der Schattenkegel die ganze südliche Ausbuchtung der Insel Neu-Guinea, streift mit seinem Südrande C. York, die nördlichste Spitze von Australien und eilt durch das Korallenmeer nach der Gruppe der neuen Hebriden hin, in deren Angesicht die Sonne total verfinstert ins Meer sinkt. Taf. I, Fig. 2 gibt ein übersichtliches Bild über den Verlauf der Erscheinung.

Beim Beginne der Finsterniß hat der Mond eben erst ein ungewöhnlich nahes Perigäum passirt. Dieser Umstand allein würde sie zu einer von seltener Größe machen; es befindet sich aber der Mond überdies gerade im aufsteigenden Knoten seiner Bahn und es steigt deßhalb das Doppelgestirn dort, wo die Finsterniß im Mittage eintritt, fast bis zum Zenith hinauf, wodurch nicht nur die parallaktische Vergrößerung des Mondhalbmessers ein Maximum, sondern auch gleichzeitig die Schnelligkeit, mit welcher der Schatten über die Erdoberfläche hinwegeilt, ein Minimum wird. Dieses Zusammentreffen so vieler günstiger Umstände bewirkt, daß die Finsterniß nicht nur zur bei weitem größten und interessantesten unseres Jahrhunderts sich gestaltet, sondern auch eine der bedeutendsten wird, die überhaupt eintreffen können und in den Annalen des Menschengeschlechtes einzig in ihrer Art dasteht. Ich habe nämlich die Nachrichten, welche uns über alte Finsternisse überliefert werden, sorgfältig durchgesehen, und im Ganzen nur zwei gefunden, welche in der Größe, jedoch keine einzige, welche in der Dauer der Totalität mit der hier besprochenen sich messen kann. Die eine dieser ist merkwürdig genug die Sonnenfinsterniß des Thales (28. Mai 585

vor Christ.), von der erzählt wird, daß sie die erste vorausverkündete war und einer blutigen Schlacht zwischen Lydern und Medern ein Ende machte. Die zweite durchzog am 17. Juni 1433 in den ersten Nachmittagsstunden Schottland und die Zeit ihres Eintreffens lebte lange Zeit als „black hour“ im Munde des Volkes fort.

Diese Finsterniß verdient jedoch außer ihrer Größe, welche sie unter anderem ganz vorzüglich zu Untersuchungen über das Wesen des Zodiakallichtes geeignet macht, noch in einer zweiten Richtung eine besondere Beachtung. Es wäre nämlich für die Erkenntniß der Natur der verschiedenen Lichterscheinungen, die sich bei totalen Finsternissen an der Sonne zeigen, und die Ergründung ihres Zusammenhanges mit den Vorgängen auf der Oberfläche dieses Himmelskörpers gewiß von der höchsten Wichtigkeit, die Art der Veränderungen zu studiren, denen sie unterworfen sind. An einem einzelnen im Wege des Schattenkegels liegenden Orte sind indeß die Gebilde zu kurze Zeit sichtbar, als daß man während derselben physische Veränderungen an ihnen nachzuweisen hoffen dürfte; wohl aber wäre dies nicht unmöglich, wenn an verschiedenen Punkten längs der Zone der Totalität Beobachtungen gelingen würden. Dazu ist aber erforderlich, daß der Schatten eine Reihe zugänglicher Gegenden berührt, an denen man während der Erscheinung mit Grund auf heiteres Wetter rechnen darf, und dies ist in ausgezeichnetem Maße bei dieser Finsterniß der Fall. Die totale Verfinsterung tritt kurz nach Sonnenaufgang auf der Insel Perim und in Aden ein; durchzieht im Laufe des Vormittags Vorderindien; erreicht Mittags Tenasserim, wird Nachmittags in Annam, dann auf Borneo, Celebes und vielen Inseln aus der Gruppe der Molukken sichtbar, und gelangt endlich gegen Abend nach Neu-Guinea. Es wäre deßhalb sehr zu wünschen, daß diese Finsterniß trotz der bedeutenden Entfernung der total verfinsterten Gebiete nicht unbenützt vorübergehen möchte, da voraussichtlich viele Jahrhunderte vergehen werden, ehe eine so gute Gelegenheit wiederkehren wird, einen näheren Einblick in den Bau der Umhüllungen unseres Centralkörpers zu gewinnen.

III. Ringförmige Sonnenfinsterniss am 10. und 11. Februar 1869.

Mondephemeride.

1869.	☾ Länge	☾ Breite	☾ Parallaxe
Febr. 10·95 mittl. Zt. Gr.	321°24'46"4	—0°25'25"6	0°54' 4"2
„ 11·00	322 0 18·0	0 28 42·5	54 3·8
„ 11·05	322 35 49·1	0 31 59·2	54 3·4
„ 11·10	323 11 19·6	0 35 15·6	54 3·0
„ 11·15	323 46 49·7	0 38 31·7	54 2·6
„ 11·20	324 22 19·3	—0 41 47·5	54 2·2

Sonnenephemeride.

1869.	Länge d. ⊙	Sch. AR. d. ⊙	Sch. D. d. ⊙
Febr. 10·95 mittl. Zt. Gr.	322°48'39"7	325° 9'36"9	—13°55'15"3
„ 11·00	51 41·7	12 34·1	54 15·9
„ 11·05	54 43·6	15 31·3	53 16·4
„ 11·10	322 57 45·6	18 28·4	52 16·9
„ 11·15	323 0 47·5	21 25·5	51 17·3
„ 11·20	3 49·4	24 22·7	50 17·7

1869.	Mittl. AR. d. ⊙	Zeitgleichung	log. Rad. vect.
Febr. 10·95 mittl. Zt. Gr.	321°32'13"7	—3°37'23"2	9·9945288
„ 11·00	35 11·1	37 23·0	9·9945331
„ 11·05	38 8·5	37 22·8	9·9945373
„ 11·10	41 5·9	37 22·5	9·9945416
„ 11·15	44 3·3	37 22·2	9·9945459
„ 11·20	47 0·8	37·21·8	9·9945502

und für Februar 11·05 mittl. Zt. Greenw.

Sonnenbreite: —0"18.
Sonnenparallaxe: 9·06.
Schiefe der Ekliptik: 23° 27' 16"19.

1869.	P	Q	log n	N
Febr. 10·95	—1·555707	—0·471531	9·702969	95° 46' 9"6
„ 11·00	—0·953260	—0·532461	9·702978	45 58·5
„ 11·05	—0·350769	—0·593344	9·702979	45 45·8
„ 11·10	+0·251735	—0·654148	9·702968	45 33·3
„ 11·15	+0·854200	—0·714875	9·702946	45 21·0
„ 11·20	+1·456600	—0·775523	9·702919	45 7·9

1869.	h_0	N'	γ	μ
Febr. 10·95	+19° 4' 1"8	76° 42' 4"8	—0·625528	+22°9775
„ 11·00	4 44·5	41 12·4	—0·625546	22·9787
„ 11·05	5 27·1	40 18·4	—0·625567	22·9799
„ 11·10	6 9·6	39 24·7	—0·625586	22·9808
„ 11·15	6 52·0	38 31·3	—0·625603	22·9814
„ 11·20	7 34·4	37 37·1	—0·625613	+22·9819

1860.	Für äußere Berührungen.		Für innere Berührungen.	
	log sin f	u'	log sin f	u'
Febr. 10·95	7·676453	+0·574711	7·674249n	—0·027269
„ 11·00	7·676449	+0·574800	7·674245n	—0·027358
„ 11·05	7·676445	+0·574861	7·674241n	—0·027418
„ 11·10	7·676441	+0·574894	7·674237n	—0·027452
„ 11·15	7·676437	+0·575901	7·674233n	—0·027458
„ 11·20	7·676433	+0·574881	7·674229n	—0·027438

1869.	$\Delta\alpha'$	$\Delta\delta'$	Δh
Februar 10·95	—12"34	—8"47	+2"97
„ 11·00	6·84	7·20	1·64
„ 11·05	— 1·34	5·94	+0·32
„ 11·10	+ 4·16	4·68	—1·00
„ 11·15	9·65	3·41	2·32
„ 11·20	+15·15	—2·15	—3·63

1. Äussere Berührung des Vollschattens.

Anfang		Ende	
der ringförmigen Finsterniß.			
$W=$	217° 40'5	$W=$	322° 24'4
$\psi=$	322 14·2	$\psi=$	217 39·6
$\lambda=$	253 24·1	$\lambda=$	49 52·7
$\varphi=$	—48 43·5	$\varphi=$	—23 19·7
$t=$	16h 48·9m	$t=$	6h 28·3m
$T=$	— 0 4·7	$T=$	3 8·8

Dauer der ringförmigen Finsterniß: 3h 13m5.

2. Zone der Ringförmigkeit.

Die Hilfsgrößen haben folgende Werthe:

	Februar 11·00	Februar 11·15
log d	9·99864	9·99864
log e	9·99872	9·99872
log e'	9.99993	9·99993
D	—13° 56'8	—13° 53'9
ν	—2·4	—2·4
ν'	+2·4	+2·4

	Februar 11·00	Februar 11·15
$K+\Delta\alpha'$	93°15'1	93° 15'4
log sin k	9·98887	9·98889
log β	0·82100	0·82255
$G+\Delta\alpha'$	314° 34'1	314° 44'8
log sin g	9·51610	9·51602
α	9·97381	9·97383

Centrallinie der Finsterniss.

t			γ	λ	φ
Februar 10.	16h	47m6	−0° 8'2	253° 24'1	−48° 43'5
	17	20	0 0·0	260 0·0	51 56·8
	18	0	+0 35·7	269 24·3	54 1·6
	18	40	1 34·4	278 25·6	55 40·1
	19	20	2 51·6	287 8·4	56 53·4
	20	0	4 24·3	295 35·7	57 41·9
	20	40	6 10·9	303 49·1	58 6·3
	21	20	8 10·7	311 49·3	58 7·2
	22	0	10 24·3	319 35·7	57 44·7
	22	40	12 51·8	327 8·2	56 58·3
	23	20	15 35·0	334 25·0	55 47·2
Februar 11.	0	0	18 34·4	341 25·6	54 10·7
	0	40	21 50·1	348 9·9	52 8·0
	1	20	25 20·9	354 39·1	49 39·7
	2	0	29 3·0	0 57·0	46 47·0
	2	40	32 49·6	7 10·4	43 33·3
	3	20	36 30·2	13 29·8	40 4·6
	4	0	39 52·2	20 7·8	36 28·7
	4	40	42 41·8	27 18·2	32 54·4
	5	20	44 46·3	35 13·7	29 31·4
	6	0	45 56·9	44 3·1	26 28·9
	6	28·6	+46 9·0	50 59·5	−24 35·0

Ortszeit	Dauer der Ringförmigkeit	Ringbreite	Höhe des Sonnencentrums	Richtung der Bewegung der Schattenaxe	$d\lambda$	$d\varphi$
17h20m	6m10s	87'6	5° 3'	105°7	+45'1−	+2° 7'0−
18 0	6 23	86·1	11 17	103·5	+45·1−	+2 2·5−
18 40	6 36	84·7	17 7	101·0	+43·2−	+1 58·5−
19 20	6 49	83·5	22 32	98·1	+39·5−	+1 55·1−
20 0	7 2	82·4	27 34	95·0	+34·4−	+1 52·3−
20 40	7 15	81·4	32 16	91·8	+28·2−	+1 50·2−
21 20	7 26	80·5	36 39	88·5	+20·9−	+1 48·9−
22 0	7 37	79·7	40 41	85·3	+12·8−	+1 48·3−
22 40	7 47	79·1	44 19	82·1	+ 4·1−	+1 48·3−
23 20	7 55	78·6	47 24	79·3	− 5·0+	+1 48·9−
0 0	8 1	78·2	49 43	76·7	−14·2+	+1 49·9−
0 40	8 3	78·0	50 55	74·5	−23·3+	+1 51·3−

Ortszeit	Dauer der Ringförmigkeit	Ringbreite	Höhe des Sonnencentrums	Richtung der Bewegung der Schattenaxe	$d\lambda$	$d\varphi$
1ʰ20ᵐ	8ᵐ 1ˢ	78″1	50°40′	72°7	—31′6+	+1°52′8—
2 0	7 55	78·5	48 38	71·6	—38·9+	+1 54·5—
2 40	7 44	79·2	44 46	70·9	—44·6+	+1 56·1—
3 20	7 28	80·2	39 12	70·9	—48·4+	+1 57·8—
4 0	7 10	81·6	32 13	71·5	—50·3+	+1 59·5—
4 40	6 51	83·3	24 10	72·7	—50·4+	+2 1·3—
5 20	6 31	85·3	15 25	74·4	—48·7+	+2 2·8—
6 0	6 13	87·6	6 16	76·6	—45·9+	+2 4·4—

Die Zone der Ringförmigkeit dieser Finsterniß streift, in der Südsee anhebend, die südlichsten Partien des Feuerlandes, geht zwischen den südlichen Orkney-Inseln und der Insel Georgia hindurch, die ersteren südlich, die zweite nördlich lassend, und überschreitet hierauf den atlantischen Ocean. Gegen Abend erreicht sie die Südostspitze Afrika's wenige Meilen von der Capstadt, läuft über Kaffraria und einen Theil Natal's hinweg nach Madagascar, wo die ringförmige Sonnenfinsterniß erst wenige Minuten vor dem Sonnenuntergange eintritt. Auf Taf. II, Fig. 1 ist der Weg eingezeichnet, den die ringförmige Finsterniß auf der Erdoberfläche beschreibt.

Bemerkenswerth ist diese Finsterniß wegen der großen Breite der Zone der Ringförmigkeit, die an den Anfangs- und Endpunkten mehr als 4° beträgt, und wegen der großen Breite des Sonnenringes.

IV. Totale Sonnenfinsterniss am 7. August 1869.

Mondephemeride.

1869.	☾ Länge	☾ Breite	☾ Parallaxe
Aug. 7·30 mittl. Zt. Gr.	133°33′23″7	+0°32′12″4	1° 0′ 18″8
„ 7·35	134 17 29·9	0 36 15·6	0 20·2
„ 7·40	135 1 38·2	0 40 18·7	0 21·5
„ 7·45	135 45 48·6	0 44 21·6	0 22·8
„ 7·50	136 30 0·9	+0 48 24·2	0 24·1

Sonnenephemeride.

1869.	Länge d. ☉	Sch. AR. d. ☉	Sch. Decl. d. ☉
Aug. 7·30 mittl. Zt. Gr.	135°14′13″6	137°42′13″3	+16°16′36″7
„ 7·35	17 6·3	45 5·3	15 45·9
„ 7·40	19 59·0	47 57·2	14 55·0
„ 7·45	22 51·7	50 49·1	14 4·1
„ 7·50	25 44·4	53 41·0	13 13·1

1869.	mittl. AR. d. ☉	Zeitgleichung	log. Rad. vect.
Aug. 7·30 mittl. Zt. Gr.	136°20'28"5	—1°21'44"7	0·0059320
„ 7·40	26 23·4	21 33·8	0·0059250
„ 7·50	32 18·2	21 22·7	0·0059180

endlich für August 7·40 mittl. Zt. Greenw.

Sonnenbreite: +0"17.
Sonnenparallaxe: 8·82.
Schiefe der Ekliptik: 23° 27' 16"96.

1869.	P	Q	$\log n$	N
Aug. 7·30	—1·675646	+0·535255	9·758882	84° 24' 32"1
„ 7·35	—0·990255	+0·602390	9·758931	24 44·0
„ 7·40	—0·304696	+0·669462	9·758976	24 59·6
„ 7·45	+0·380976	+0·736432	9·758996	25 17·7
„ 7·50	+1·066603	+0·803267	9·758979	25 37·0

1869.	h_0	N'	γ	μ
Aug. 7·30	—17°7'19"4	101°31'55"2	+0·695963	+148°8611
„ 7·35	8 7·7	32 53·7	+0·695950	+148·8614
„ 7·40	8 55·9	33 55·8	+0·695933	+148·8622
„ 7·45	9 43·8	35 0·0	+0·695912	+148·8635
„ 7·50	10 31·9	36 5·7	+0·695887	+148·8654

	Für äußere Berührungen.		Für innere Berührungen.	
1869.	$\log \sin f$	u'	$\log \sin f$	u'
Aug. 7·30	7·664895	+0·536329	7·662691n	+0·010918
„ 7·35		+0·536301		+0·010946
„ 7·40	7·664902	+0·536240	7·662698n	+0·011007
„ 7·45		+0·536141		+0·011105
„ 7·50	7·664908	+0·536005	7·662704n	+0·011241

1869.	$\Delta\alpha'$	$\Delta\delta'$	Δh
Aug. 7·30	—13"32	+8"70	—3"73
„ 7·40	— 0·91	+6·27	—0·25
„ 7·50	+11·49	+3·83	+3·21

1. Äussere Berührung des Vollschattens.

Anfang		Ende	
der totalen Finsterniß.			
$W =$	136° 18'2	$W =$	43° 36'8
$\psi =$	223 46·8	$\psi =$	316 18·4
$\lambda =$	117 43·7	$\lambda =$	292 17·5
$\varphi =$	+52 0·2	$\varphi =$	+30 34·6
$t =$	16h 30·0m	$t =$	6h 41·2m
$T =$	8 39·1	$T =$	11 12·0

Dauer der totalen Finsterniß: 2h 32m9.

2. Zone der Totalität.

Die Hilfsgrößen haben folgende Werthe:

		August 7·30	August 7·50
log d	:	9·99866	9·99866
log e	:	9·99871	9·99871
log e'	:	9·99994	9·99994
D	:	+16°19'6	+16°16'2
ν	:	+2·1	+2·1
ν'	:	—2·1	—2·1
$K+\Delta\alpha'$	:	93°16'1	93°17'1
log sin k	:	9·99185	9·99174
log β	:	0·69885n	0·70145n

Zone	August 7·37			August 7·48		
	$G+\Delta\alpha'$	log sin g	log α	$G+\Delta\alpha'$	log sin g	log α
T_n	125°42'2	9·53554	9·97135	125°50'5	9·53552	9·97135
Centrallinie	126 8·3	9·53098	0·97194	126 17·0	9·53093	9·97194
T_s	126 35·0	9·52641	9·97254	126 43·7	9·53636	9·97254

A. Nördliche Grenzcurve der Totalität.

t		T	ψ	λ	φ
August 6.	16ʰ 22ᵐ7	130°29'1	85° 5'3	115°11'3	+53° 5'5
	16 40	130 32·3	85 20·2	119 27·7	54 29·0
	17 20	130 54·3	85 45·5	129 5·7	57 20·6
	18 0	131 38·1	86 16·8	138 21·9	59 45·0
	18 40	132 37·0	86 52·5	147 23·0	61 42·1
	19 20	133 46·0	87 31·3	156 14·0	63 12·3
	20 0	135 2·5	88 12·8	164 57·5	64 17·6
	20 40	136 25·2	88 56·0	173 34·8	64 59·6
	21 20	137 53·8	89 40·0	182 6·2	65 19·6
	22 0	139 28·5	90 27·0	190 31·5	65 18·0
	22 40	141 10·8	91 15·7	198 49·2	64 54·8
	23 20	143 1·5	92 6·5	206 58·5	64 9·4
August 7.	0 0	145 2·1	92 58·6	214 57·9	63 0·9
	0 40	147 15·0	93 52·2	222 45·0	61 26·9
	1 20	149 40·8	94 46·4	230 19·2	59 25·6
	2 0	152 18·9	95 36·6	237 41·1	56 56·6
	2 40	155 7·0	96 19·2	244 53·0	54 0·1
	3 20	158 0·1	96 48·9	251 59·9	50 38·6
	4 0	160 49·0	97 1·7	259 11·0	46 57·6
	4 40	163 21·2	96 55·1	266 38·8	43 6·0
	5 20	165 24·2	96 29·7	274 35·8	39 14·4
	6 0	166 45·6	95 48·5	283 14·4	35 33·9
	6 45·5	167 16·7	94 51·5	294 6·9	+31 51·1

B. Linie der centralen Finsterniss.

	t	*T*	λ	φ
August 6.	16ʰ 26ᵐ6	130° 10'4	116° 29'4	+52° 25'1
	16 40	130 11·0	119 48·1	53 27·7
	17 20	130 32·8	129 27·2	56 18·5
	18 0	131 15·6	138 44·4	58 42·1
	18 40	132 14·3	147 45·7	60 38·4
	19 20	133 24·2	156 35·8	62 8·0
	20 0	134 42·6	165 17·4	63 13·0
	20 40	136 8·2	173 51·8	63 54·6
	21 20	137 40·2	182 19·8	64 13·8
	22 0	139 19·2	190 40·8	64 11·1
	22 40	141 6·1	198 53·9	63 46·6
	23 20	143 1·9	206 58·6	62 59·6
August 7.	0 0	145 8·4	214 51·6	61 48·9
	0 40	147 26·8	222 33·2	60 12·9
	1 20	149 57·7	230 2·3	58 10·1
	2 0	152 40·7	237 19·3	55 39·8
	2 40	155 32·7	244 27·3	52 42·8
	3 20	158 28·0	251 32·0	49 21·8
	4 0	161 17·4	258 42·6	45 42·8
	4 40	163 48·8	266 11·2	41 54·5
	5 20	165 49·7	274 10·3	38 7·2
	6 0	167 7·7	282 52·3	34 31·8
	6 43·3	167 33·1	293 16·0	+31 4·5

Ortszeit	Dauer der Totalität	Überschuß des Mondhalbmessers	Höhe des Sonnencentrums	Richtung der Bewegung der Schattenaxe
16ʰ 40ᵐ	2ᵐ 9ˢ	40"2	1° 59'	71°0
17 20	2 21	42·1	8 11	72·3
18 0	2 33	43·8	13 54	74·1
18 40	2 44	45·4	19 3	76·4
19 20	2 55	46·7	23 40	79·1
20 0	3 5	47·9	27 49	82·1
20 40	3 14	48·9	31 32	85·3
21 20	3 22	49·8	34 53	88·7
22 0	3 30	50·6	37 53	92·1
22 40	3 36	51·2	40 32	95·4
23 20	3 42	51·8	42 46	98·6
0 0	3 46	52·2	44 27	101·6
0 40	3 49	52·5	45 27	104·2
1 20	3 49	52·5	45 32	106·4
2 0	3 46	52·3	44 26	108·1
2 40	3 40	51·8	41 56	109·3
3 20	3 30	50·9	37 54	109·8
4 0	3 17	49·6	32 23	109·7
4 40	3 1	47·8	25 34	109·0
5 20	2 43	45·6	17 43	107·7
6 0	2 25	43·1	9 13	105·9

C. Südliche Grenzcurve der Totalität.

	t	T	ψ	λ	φ
August 6.	16h 30m4	129°52'6	265° 4'2	117°43'8	+51°44'1
	16 40	129 53·1	265 14·9	120 6·9	52 27·6
	17 20	130 12·1	265 39·5	129 47·9	55 17·6
	18 0	130 53·8	266 10·6	139 6·2	57 40·4
	18 40	131 52·2	266 46·6	148 7·8	59 36·0
	19 20	133 3·0	267 26·4	156 57·0	61 4·9
	20 0	134 23·2	268 9·4	165 36·8	62 9·3
	20 40	135 51·6	268 54·7	174 8·4	62 50·2
	21 20	137 26·9	269 43·1	182 33·1	63 8·5
	22 0	139 10·1	270 33·8	190 49·9	63 4·8
	22 40	141 1·5	271 26·6	198 58·5	62 39·0
	23 20	143 2·3	272 21·7	206 57·7	61 50·4
August 7.	0 0	145 14·6	273 18·3	214 45·4	60 37·9
	0 40	147 38·4	274 15·3	222 21·6	59 0·2
	1 20	150 14·2	275 9·8	229 45·8	56 55·8
	2 0	153 2·0	275 59·3	236 58·0	54 24·3
	2 40	155 57·8	276 39·8	244 2·2	51 27·0
	3 20	158 55·2	277 6·3	251 4·8	48 6·9
	4 0	161 45·0	277 14·9	258 15·0	44 29·7
	4 40	164 15·5	277 2·9	265 44·5	40 44·5
	5 20	166 14·2	276 30·8	273 45·8	37 1·6
	6 0	167 28·7	275 41·7	282 31·3	33 31·7
	6 41·0	167 53·8	274 52·9	292 21·9	+30 18·9

Nach diesen Angaben werden die Amurländer zuerst vom Kernschatten getroffen, der hierauf über Ochotsk, welches sehr nahe an der Centrallinie sich befindet, gegen die Behringstraße zu läuft, sich dann nach Süden wendet, wo er eine Zeit lang, längs der Küste fortschreitend, die südlichen Theile vom ehemaligen Russisch-Amerika durchschneidet, und von da nach dem nordwestlichen Territorium der britischen Besitzungen zieht. Nachdem die Zone der Totalität diese Gebiete verlassen, dringt sie gegen Abend in die Länder der Vereinigten Staaten ein, von denen sie größere oder kleinere Theile von Nebraska, Jowa, Illinois, Indiana, Kentucky, Virginia, Tenessee und Nord-Carolina trifft. Beinahe central verfinstert werden die Sonne erblicken: Springfield, Louisville und Francfort; in der Zone der Totalität liegen überdies Jowa, Raleigh, Beaufort u. s. w., während Indianopel und Cincinnati knapp an der Nordgrenze der Totalität sich befinden. Kurz nach ihrem Austritte aus Amerika endet die totale Verfinsterung im atlantischen Ocean. Taf. II, Fig. 2 ist bestimmt, ein anschauliches Bild vom Verlaufe des Vollschattens zu geben.

Bei den ersten drei Sonnenfinsternissen des Jahres 1870 (am 31. Jänner, 28. Juni und 27. Juli) geht der Kernschatten außerhalb des Erdkörpers vorbei, und zwar in so großen Entfernungen, daß dieselben umsomehr alles Interesse verlieren, als der größte Theil der verfinsterten Gebiete von Oceanen und arcti chen Regionen eingenommen wird. Ich habe mich daher auf die Berechnung der letzten, am 21. December 1870 stattfindenden beschränkt.

V. Totale Sonnenfinsterniss am 21. und 22. December 1870.

Mondephemeride.

1870.	☾ Länge	☾ Breite	☾ Parallaxe
Dec. 21·90 mittl. Zt. Gr.	268°50′ 4″9	+1° 1′20″5	1° 0′41″2
„ 21·95	269 34 42·9	0 57 17·3	0 40·1
„ 22·00	270 19 19·2	0 53 13·6	0 38·9
„ 22·05	271 3 53·7	0 49 9·5	0 37·7
„ 22·10	271 48 26·3	+0 45 5·0	0 36·5

Sonnenephemeride.

1870.	Länge d. ⊙	Sch. AR. d. ⊙	Sch. Decl. d. ⊙
Dec. 21·90 mittl. Zt. Gr.	270°23′54″9	270°26′ 4″1	—23°27′17″1
„ 21·95	26 58·4	29 24·1	27 16·6
„ 22·00	30 1·8	32 44·1	27 16·0
„ 22·05	33 5·3	36 4·1	27 15·3
„ 21·10	36 8·8	39 24·1	27 14·5

1870.	Mittl. AR. d. ⊙	Zeitgleichung	log. Rad. vect.
Dec. 21·90 mittl. Zt. Gr.	270°44′27″1	+0°18′23′0	9·9927977
„ 21·95	47 24·5	18 0·4	
„ 22·00	50 21·9	17 37·8	9·9927955
„ 22·05	53 19·3	17 15·2	
„ 22·10	56 16·7	16 52·6	9·9927933

und für December 22·00 mittl. Zt. Greenw.

Sonnenbreite: +0″10.
Sonnenparallaxe: 9·01.
Schiefe der Ekliptik: 23° 27′ 14″86.

1870.	P	Q	$\log n$	N
Dec. 21·90	−1·549707	+1·013247	9·759394	95°33′12″7
„ 21·95	−0·863428	+0·946602	9·759431	33 37·1
„ 22·00	−0·177050	+0·879782	9·759448	33 59·8
„ 22·05	+0·509338	+0·812808	9·759447	34 22·7
„ 22·10	+1·195631	+0·745676	9·759422	34 47·6

1870.	h_0	N'	γ	μ
Dec. 21·90	+0°10′22″6	95°22′44″0	+0·858518	+7°1162
„ 21·95	11 42·2	21 51·5	0·858487	7·1182
„ 22·00	13 1·8	20 57·3	0·858458	7·1204
„ 22·05	14 21·4	20 3·3	0·858428	7·1230
„ 22·10	15 41·0	19 11·3	+0·858397	+7·1250

1870.	Für äußere Berührungen		Für innere Berührungen	
	$\log \sin f$	u'	$\log \sin f$	u'
Dec. 21·90	7·678055	+0·542749	7·675851n	+0·004531
„ 21·95		+0·542906		+0·004374
„ 22·00	7·678058	+0·543031	7·675854n	+0·004250
„ 22·05		+0·543117		+0·004164
„ 22·10	7·678061	+0·543162	7·675857n	+0·004119

1870.	$\Delta\alpha'$	$\Delta\delta'$	Δh
December 21·90	−15″39	+8″93	+6″12
„ 22·00	− 1·78	+7·75	+0·71
„ 22·10	+11·82	+6·49	−4·70

1. Äussere Berührungspunkte des Vollschattens.

Anfang der totalen Finsterniß	Ende der totalen Finsterniß
$W =$ 120°59′2	$W =$ 58°59′7
$\psi =$ 239 4·6	$\psi =$ 300 55·7
$\lambda =$ 315 44·4	$\lambda =$ 41 15·4
$\varphi =$ +56 3·9	$\varphi =$ +47 54·7
$t =$ 20h 37·5m	$t =$ 4h 7·5m
T = − 0 25·5	T = 1 22·5

Dauer der totalen Finterniß: 1h 48m0.

2. Zone der Totalität.

Die Hilfsgrößen besitzen folgende Werthe:

	December 21·95	December 22·05
$\log d$:	9·99877	9·99877
$\log e$:	9·99878	9·99879
$\log e'$:	9·99999	9·99999

		Dec. 21·95	Dec. 22·05
D	:	—23°31'6	—23°31'5
ν	:	+0·9	+0·9
ν'	:	—0·9	—0·9
$K+\Delta\alpha'$	:	87°51'4	87°52'4
log sin k	:	9·99839	9·99842
log β	:	0·34849n	0·34605n

Zone	December 21·97			December 22·08		
	$G+\Delta\alpha'$	log sin g	log α	$G+\Delta\alpha'$	log sin g	log α
T_n	256°36'2	9·60524	9·96008	256°39'7	9·60512	9·96009
Centrallinie	256 44·6	9·60978	9·95918	256 48·2	9·60966	9·95919
T_s	256 53·0	9·61428	9·95828	256 56·5	9·61416	9·95829

A. Nördliche Grenzcurve der Totalität.

t		T	ψ	λ	φ
Decemb. 21.	20h 39m6	— 5°58'0	95°55'7	315°52'0	+57° 3'1
	21 20	5 32·0	96 38·2	325 32·0	51 9·3
	22 0	4 3·1	96 44·5	334 3·1	46 31·3
	22 40	— 1 38·3	96 11·3	341 38·3	42 23·3
	23 20	+ 1 27·7	94 55·8	348 32·3	39 14·3
Decemb. 22.	0 0	4 59·9	93 2·3	355 0·1	37 10·0
	0 40	8 41·0	90 46·9	1 19·0	36 12·9
	1 20	12 14·4	88 29·9	7 45·6	36 24·2
	2 0	15 24·2	86 30·4	14 35·8	37 43·4
	2 40	17 55·7	85 2·3	22 4·3	40 8·8
	3 20	19 35·3	84 10·8	30 24·7	43 37·8
	4 6·8	+20 14·6	84 3·2	41 27·3	+48 54·7

B. Linie der centralen Finsterniss.

t		T	λ	φ
Decemb. 21.	20h 38m3	— 6° 9'0	315° 42'8	+56° 33'4
	21 20	5 39·8	325 39·8	50 45·6
	22 0	4 7·4	334 7·4	45 46·7
	22 40	—1 41·2	341 41·2	41 37·8
	23 20	+1 27·2	348 32·8	38 28·4
Decemb. 22.	0 0	5 1·4	354 58·6	36 24·6
	0 40	8 44·2	1 15·8	35 27·9
	1 20	12 19·1	7 40 9	35 40·5
	2 0	15 30·4	14 29·6	37 1·0
	2 40	18 3·5	21 56·5	39 27·5
	3 20	19 44·5	30 15·5	42 59 9
	4 7·4	+20 25·0	41 26·0	+48 21·7

Ortszeit	Dauer der Totalität	Überschuß des Mondhalbmessers	Höhe des Sonnencentrums	Richtung der Bewegung der Schattenaxe
21ʰ 20ᵐ	1ᵐ 18ˢ	18"0	7° 56'	109°0
22 0	1 35	20·3	15 39	106·2
22 40	1 50	22·3	22 22	102·9
23 20	2 3	23·6	27 24	99·2
0 0	2 10	24·3	30 10	95·3
0 40	2 11	24·3	30 21	91·3
1 20	2 4	23·5	27 57	87·2
2 0	1 51	22·2	23 17	83·2
2 40	1 36	20·3	16 53	79·4
3 20	1 19	18·0	9 17	75·9

C. Südliche Grenzcurve der Totalität.

t	T	ψ	λ	φ
Decemb. 21. 20ʰ 36ᵐ9	— 6°19'6	276°15'0	315°32'8	+56° 3'6
21 20	5 47·9	277 1·2	325 47·9	50 2·2
22 0	4 13·5	277 6·0	334 13·5	45 1·5
22 40	— 1 43·9	276 29·3	341 43·9	40 52·0
23 20	+ 1 27·0	275 7·8	348 33·0	37 42·7
Decemb. 22. 0 0	5 2·9	273 7·9	354 57·1	35 39·1
0 40	8 47·3	270 45·3	1 12·7	34 43·5
1 20	12 23·7	268 21·3	7 36·3	34 56·9
2 0	15 36·4	266 16·6	14 23·6	36 19·1
2 40	18 10·6	264 44·9	21 49·4	38 47·9
3 20	19 53·2	263 51·7	30 6·8	42 22·2
4 8·1	+20 35·2	263 44·1	41 25·6	+47 52·0

Diesen Berechnungen zufolge steigt die Sonne etwa 3° südlich vom Cap Farewell, der Südspitze Grönlands, total verfinstert aus dem atlantischen Ocean empor: hierauf läuft der Kernschatten rasch nach Süden, und gelangt dadurch, Lissabon nur wenig nördlich lassend, zur Meerenge von Gibraltar, wobei Cadiz sich im Zuge der Central-linie befindet, während Farö, Gibraltar, Tanger und Ceuta südlich, Xerez und Malaga nördlich von derselben, aber noch im Gebiete der totalen Verfinsterung liegen. Dann durchschneidet die Zone der Totalität Algerien und Tunis, südlich von den Hauptstädten dieser beiden Länder; bedeckt, mit ihrem Nordrande den Ätna streifend, den Südosten Siciliens, schreitet über das Jonische Meer, die Insel St. Maura vollständig, Korfu und Kephalonia zum Theile einhüllend, nach dem Nordwesten Griechenlands, Epirus und Thessalien vor,

wo Larissa eine centrale Finsterniß erblickt. In seinem weiteren Verlaufe durchschneidet der Kernschatten, mit seinem Nordrande eben noch Saloniki und Adrianopel berührend, an Constantinopel jedoch nördlich vorbeiziehend, bedeutende Strecken von Macedonien, Thracien und Rumelien; eilt hierauf über das schwarze Meer nach der Krim, in welcher Sebastopol und Simferopol central verfinstert werden, und verläßt die Erde nicht gar fern jenseits der nordöstlichen Gestade des Azow'schen Meeres, da bereits in Azow, Taganrog und Nowo Tscherkask die totale Verfinsterung erst wenige Minuten vor Sonnenuntergang eintritt.

Zur Beobachtung der Finsterniß sind jene Theile von Portugal, Spanien, Algerien, Tunis und Sicilien, welche im Wege des Kernschattens liegen, die geeignetsten, weil in jenen Ländern die Totalität gegen Mittag, also bei der bedeutendsten Sonnenhöhe eintritt, und am längsten dauert (2^m—$2\frac{1}{4}^m$ auf der Centrallinie), und überdies in jenen geringen Breiten, selbst während der Wintermonate ein wolkenfreier Himmel nicht gerade selten ist. In Thessalien ist die Totalitätsdauer auf der Centrallinie bereits auf $1\frac{1}{2}^m$ herabgesunken, und beträgt am Azow'schen Meere (beim Sonnenuntergang) kaum mehr als eine Minute.

Da diese Finsterniß in ganz Europa eine so bedeutende ist, daß in diesem Jahrhunderte nur noch die am 19. August 1887 stattfindende ihr an Größe gleichkommt, und dieselbe an den Abhängen des Ural ihr Ende findet, habe ich außer dem Wege des Kernschattenkegels noch den berechnet, welchen die 10- und 11zöllige Finsterniß nehmen wird, und von der westlich-östlichen Grenzcurve, und der Curve der größten Phase im Horizonte jene Theile, welche innerhalb Europa liegen. Zur Erleichterung der Rechnung wurden für die erstgenannten Curven folgende Hilfsgrößen eingeführt, welche für December 22·02 als der Mitte der Finsterniß gelten.

Zoll	u'	$\log \sin f$	$G+\Delta\alpha'$	$\log \sin g$	$\log \alpha$
10 nördlich	+0·094018	7·49920*n*	256°40'8	9·60669	9·95978
11 „	+0·049113	7·59645*n*	256 39·3	9·60595	9·95993
11 südlich	+0·049113	7·59645*n*	256 53·3	9·61346	9·95884

und überdies

$$K+\Delta\alpha' = 87^\circ\ 52'0$$
$$\log \sin k = 9\cdot99841$$
$$\log \beta = 0\cdot34739n$$

1. Nördliche Grenzcurve der Phase von 10 Zoll.

t		*T*	*ψ*	*λ*	*φ*
Decemb. 21.	21h57m0	−1°14'6	93°48'0	330°29'7	+64° 3'6
	22 40	−0 7·2	93 56·4	340 7·2	58 7·7
	23 20	+1 55·0	93 24·3	348 5·0	53 17·5
Decemb. 22.	0 0	4 41·8	92 11·3	355 18·2	50 20·5
	0 40	7 45·4	90 34·2	2 14·6	49 1·2
	1 20	10 42·1	88 52·9	9 17·9	49 17·3
	2 0	13 8·4	87 27·5	16 51·6	51 10·3
	2 40	14 42·7	86 32·3	25 17·3	54 40·3
	3 14·7	+15 29·9	86 11·6	33 10·3	+57 45·5

2. Nördliche Grenzcurve der Phase von 11 Zoll.

t		*T*	*ψ*	*λ*	*φ*
Decemb. 21.	21h 7m7	− 4° 5'8	95° 5'3	321° 1'2	+60°17'2
	21 20	3 48·4	95 11·3	323 48·4	59 25·5
	22 0	3 1·8	95 34·1	333 1·8	53 31·9
	22 40	− 1 8·3	95 16·8	341 8·3	48 45·0
	23 20	+ 1 35·3	94 17·0	348 24·8	45 10·9
Decemb. 22.	0 0	4 50·5	92 40·5	355 9·7	42 52·1
	0 40	8 16·8	90 41·4	1 43·2	41 49·2
	1 20	11 36·0	88 39·7	8 24·0	42 1·8
	2 0	14 29·6	86 54·4	15 30·4	43 30·0
	2 40	16 40·6	85 39·1	23 19·4	46 14·0
	3 20	17 54·0	84 59·9	32 6·0	50 10·9
	3 47·6	+18 21·9	84 54·1	38 31·6	+52 43·5

3. Südliche Grenzcurve der Phase von 11 Zoll.

t		*T*	*ψ*	*λ*	*φ*
Decemb. 22.	0h 0m	5°13'7	273°24'8	354°46'3	+30°56'6
	0 40	9 6·7	270 49·5	0 53·3	30 3·0
	1 20	12 51·5	268 13·6	7 8·5	30 16·3
	2 0	16 14·3	265 58·1	13 45·7	31 32·8
	2 40	19 1·6	264 16·8	20 58·4	33 51·3
	3 20	21 1·5	263 14·9	28 58·5	37 8·2
	4 23.5	22 2·6	262 59·5	43 49·5	+44 3·4

4. Westlich-östliche Grenzcurve.

a) Anfang der Finsterniss bei Sonnen Auf- resp. Untergang.

t		T	$W+\nu$	ψ	λ	φ
Dec. 21.	22h 16m·7	−13°59'3	106° 0'0	169°22'1	348°10'4	+64°55'7
	22 53·3	12 7·9	102 0·0	167 33·7	355 26·9	66 14·0
	23 32·8	10 15·8	98 0·0	166 15·0	3 28·0	66 57·2
Dec. 22.	0 0·0	9 1·4	95 20·2	165 39·9	9 1·4	67 5·0
	0 53·8	6 34·0	90 0·0	165 11·5	20 0·5	66 28·9
	1 31·2	4 45·8	86 0·0	165 27·4	27 34·0	65 19·5
	2 34·3	— 1 16·7	78 0·0	167 33·7	39 51·8	61 32·3
	3 21·8	+ 2 2·3	70 0·0	171 40·1	48 24·3	56 22·5
	3 57·2	5 13·6	62 0·0	177 40·1	54 4·3	50 21·9
	4 6·8	6 14·7	59 24·3	180 0·0	55 26·8	48 17·9
	4 24·4	8 22·0	54 0·0	185 27·4	57 44·5	43 50·5
	4 46·3	+11 34·6	46 0·0	195 3·1	59 59·3	+37 0·1

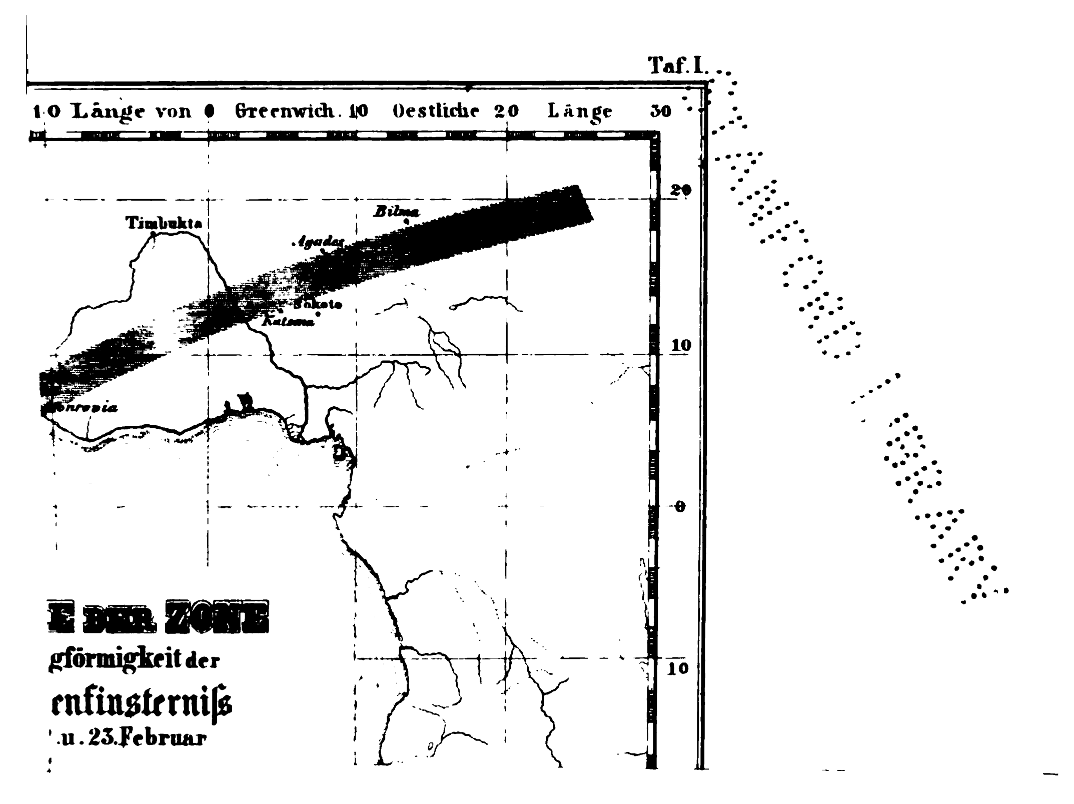
b) Ende der Finsterniss bei Sonnen Auf- resp. Untergang.

t		T	$W+\nu$	ψ	λ	φ
Dec. 21.	20h 38m·7	+ 8° 1'5	120°35'7	0° 0'0	301°38'8	+56°25'3
	22 53·6	15 33·4	102 0·0	12 26·4	327 49·9	66 7·7
	23 32·9	17 16·7	98 0·0	13 45·1	335 56·6	66 53·4
Dec. 22.	0 0·0	18 26·9	95 20·2	14 20·1	341 33·1	67 2·0
	0 13·7	19 2·5	94 0·0	14 32·6	344 22·4	67 0·2
	0 53·8	20 50·8	90 0·0	14 48·5	352 35·7	66 28·9
	1 31·3	22 41·0	86 0·0	14 32·6	0 9·0	65 21·6
	2 5·2	24 32·6	82 0·0	13 45·1	6 45·1	63 42·7
	2 36·9	26 24·6	78 0·0	12 26·4	12 18·6	61 37·7
	3 0·6	28 16·1	74 0·0	10 37·9	16 52·5	59 12·1
	3 22·7	30 5·6	70 0·0	8 19·9	20 35·2	56 30·3
	3 58·5	33 33·5	62 0·0	2 20·0	26 3·5	50 31·2
	4 8·3	34 35·9	59 24·3	0 0·0	27 28·0	48 27·4
	4 25·9	36 35·5	54 0·0	354 32·6	29 53·4	44 0·8
	4 47·9	+38 57·5	46 0·0	344 56·9	33 0·5	+37 10·7

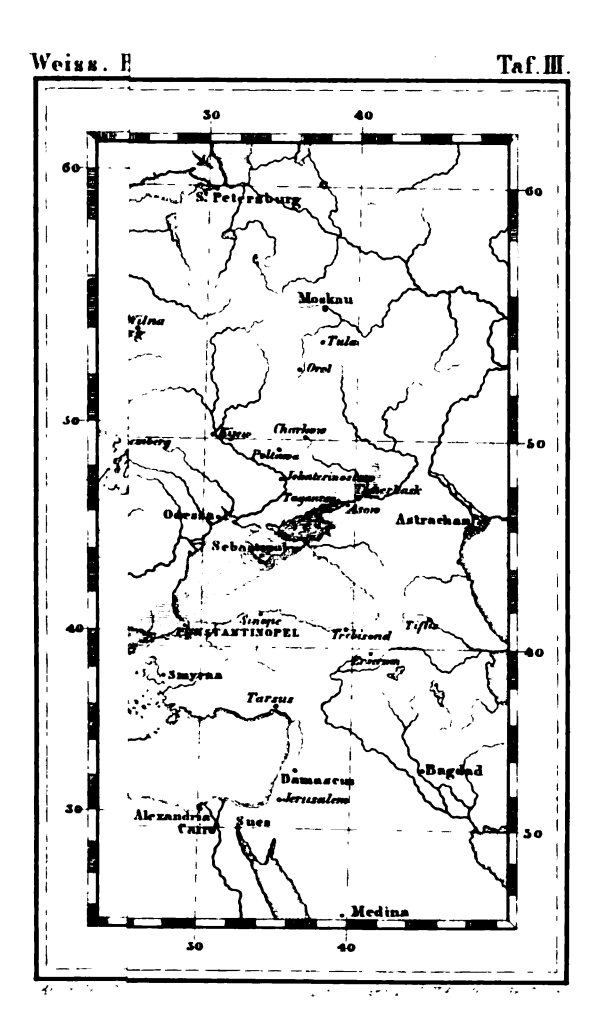
5. Grösste Phase im Horizont.

t	T	$W+\nu$	ψ	λ	φ	Grösse der Phase in Zoll	
20h 39m·6	— 5°58'0	120° 5'7	95°55'6	315°52'0	+57° 3'1	12	nördlich
21 7·7	4 5·8	115 12·5	95 5·3	321 1·2	60 17·2	11	
21 57·0	— 1 14·6	108 19·5	93 48·0	330 29·7	64 3·6	10	
0 0·0	+ 4 38·5	95 20·2	91 8·3	355 13·1	67 15·9	9·09	
0 56·2	7 8·2	90 0·0	90 0·0	6 25·5	66 40·8	9·00	
3 14·7	15 29·9	71 40·5	86 11·6	33 10·3	57 45·5	10	
3 47·6	18 21·9	64 47·5	84 54·1	38 31·6	52 43·5	11	
3 6·8	20 14·6	59 52·8	84 3·2	41 27·3	48 54·7	12	
4 8·5	20 25·0	59 4·5	83 58·5	41 42·0	48 29·1	—	
4 6·4	20 25·0		263 48·9	41 10·3	48 14·0	—	
4 8·1	20 35·2	58 56·5	263 44·1	41 25·6	47 52·0	12	südlich
4 23·5	+22 2·6	54 17·1	262 59·5	43 49·5	+44 3·4	11	

Taf. I.



10 Länge von 0 Greenwich. 10 Oestliche 20 Länge 30
20
10
0
10
Timbukta
Bilma
Agades
Sokoto
Katsena
Monrovia
E DER ZONE
gförmigkeit der
enfinsterniß
.u. 23. Februar



Taf. III.
30
40
60
50
S. Petersburg
Moskau
Tula
Orel
Wilna
Charkow
Poltawa
Taganrog
Astrachan
Odessa
Sinope
CONSTANTINOPEL
Trebisond
Tiflis
Smyrna
Tarsus
Damascus
Jerusalem
Bagdad
Alexandria
Cairo
Sues
Medina

In der Curve der größten Phase im Horizonte ist für $W+\nu=90^\circ$ die Finsterniß noch immer eine neunzöllige; und man ersieht daraus, daß dieselbe für alle Punkte nördlich von der Centrallinie, in welchen das Maximum der Verfinsterung noch vor Sonnenuntergang eintritt, eine sehr bedeutende Größe erlangt.

Die hier mitgetheilten Curvenpunkte habe ich auf zwei Karten eingezeichnet. Auf der ersten (Taf. III) habe ich nur den Zug des Kernschattens in dem Maßstabe der vorhergehenden Karten eingetragen, um die bei dieser Finsterniß vorkommenden Verhältnisse, wie Breite der Zone der Totalität etc. mit denen der früheren vergleichen zu können. Die zweite Karte (Taf. IV) enthält in bedeutend größerem Maßstabe außer dem durch Schraffirung hervorgehobenen Zuge des Kernschattens noch den Lauf der eilf- und zehnzölligen Finsterniß, bezeichnet durch *E'E'*, *EE* und *ZZ*, ferner die Curven, welche das Sichtbarkeitsgebiet der Finsterniß begrenzen, und endlich jene Linien, welche den Ort der größten Phase von Stunde zu Stunde mittlerer Ortszeit repräsentiren.

In Wien treten nach einer scharf durchgeführten Berechnung die Hauptmomente der Finsterniß unter folgenden Umständen ein:

Anfang der Finsterniß December 22 $0^h\,40^m\!.4$ mittl. W. Z.

Positionswinkel des Berührungspunktes $258^\circ\!.1$.

(gezählt von dem durch die Sonne gehenden Verticalkreis von *N* über *O*).

Mitte der Finsterniß December 22 $1^h\,59^m\!.1$ mittl. W. Z.

Größe: 10·34 Zoll.

Ende der Finsterniß December 22 $3^h\,13^m\!.6$ mittl. W. Z.

Positionswinkel (gezählt wie oben) des Austrittspunktes $69^\circ\!.9$.

Dauer der Finsterniß: $2^h\,33^m\!.2$.

Chemische Analyse der Mineralquelle zu Sauerbrunn bei Wiener-Neustadt.

Von **Dr. Michael Reiner.**

(Ausgeführt im chemischen Laboratorium des Herrn Professors Redtenbacher.)

(Vorgelegt in der Sitzung vom 25. Juli 1867.)

Sauerbrunn liegt an der letzten nach Osten auslaufenden norischen Alpengruppe, etwa 10 Meilen von Wien entfernt an der Südbahnstrecke. Kaum hundert Schritte von dem Bahnhofe selbst befindet sich die Quelle, Rosaliaquelle genannt, welche gegenwärtig im Besitze des Herrn Dr. Fink ist.

Die Quelle, welche schon vor Jahrhunderten bekannt, und in der nahen Residenzstadt Wien vielfache Verwendung fand, kam durch die öfteren Hemmungen des Verkehrs (durch Türkenkriege) in völlige Vergessenheit, und erst seit ungefähr 50 Jahren, wo Fürst Esterházy die in sumpfiger Waldgegend sprudelnde Quelle erwarb und sie in Stein fassen ließ, fand sie wieder Verwendung; sie liefert in 24 Stunden 150 Eimer Wasser.

Die Temperatur der Quelle wurde mit einem genauen Thermometer am 14. Mai 1867 bestimmt und $= 11 \cdot 25°$ C. gefunden, auch soll sie nach Aussage des Badeinspectors constant sein.

Das Quellwasser ist, frisch geschöpft, in Gläsern anhaltend perlend, ohne auffallenden Geruch, und der Geschmack ein prickelnder; nach längerem Stehen, so wie auch beim Kochen scheidet sich ein weißer Niederschlag ab, hauptsächlich kohlensaure alkalische Erden; in gut verschlossenen Gefäßen bleibt das Wasser Monate lang ganz klar. Die Reaction des frisch geschöpften Wassers ist schwach sauer, jedoch nach dem Entweichen der freien Kohlensäure alkalisch.

Aus dem Quellbassin steigen beständig Gase auf, welche in Röhren gesammelt wurden, und untersucht sich als Kohlensäure erwiesen.

Die qualitative Analyse, nach den allgemein üblichen Methoden durchgeführt, ergab an Bestandtheilen des Wassers in quantitativ

bestimmbarer Menge: Chlor, Kohlensäure, Kieselsäure, Schwefelsäure, Phosphorsäure, Eisenoxyd, Thonerde, Kalk, Magnesia, Kali, Natron, Lithion und Spuren von Manganoxydul, die beim Abdampfen des Wassers zurückbleibende Salzmasse ist weiß mit einem Stich ins Gelbe, beim Glühen schwärzt sie sich anfangs, wird aber durch längeres Glühen wieder weiß, welche Erscheinung auf Vorhandensein organischer Stoffe schließen ließ.

In 3 Litres Wasser, welche nach der Methode von Boussingault geprüft wurden, zeigte sich keine Spur von Ammoniak.

Die quantitative Bestimmung der einzelnen Bestandtheile wurde nach Methoden der Gewichts- und Maßanalyse ausgeführt.

Zur Bestimmung der Kohlensäure wurden an der Quelle gemessene Mengen des frisch geschöpften Wassers mit Chlorbaryum und Ammoniak in gut verschließbare Flaschen gebracht, der entstandene Niederschlag im Laboratorium gut ausgewaschen und in einem Kohlensäureapparate mittelst Salzsäure zerlegt.

Schwefelsäure wurde aus dem angesäuerten Wasser durch Chlorbaryum abgeschieden, der Niederschlag auf das sorgfältigste ausgewaschen, geglüht und nach dem Wägen auf seine Reinheit geprüft.

Zur Bestimmung des Chlors wurde zuerst das Wasser durch Abdampfen concentrirt, hierauf mit Salpetersäure angesäuert, und mit salpetersaurem Silberoxyd gefällt, das abgeschiedene Chlorsilber unter Beobachtung der nöthigen Vorsichtsmaßregeln geglüht und gewogen.

Aus größeren Wassermengen wurden Kieselsäure, Kalk, Magnesia, Eisenoxyd, Thonerde, Phosphorsäure, Kali, Natron und Lithion bestimmt; zu diesem Behufe wurde das Wasser nach Ansäuren mit Salzsäure in einer Platinschale im Wasserbade zur Trockene gebracht die trockene Salzmasse mit verdünnter Salzsäure gelöst, die abgeschiedene Kieselsäure abfiltrirt, aus dem Filtrate zunächst Eisenoxyd, Thonerde und Phosphorsäure durch Ammoniak gefällt, und diese von einander getrennt, das Eisen zur Controle mit Jodlösung titrirt. Aus der Flüssigkeit, welche als Filtrat nach der Entfernung von Eisenoxyd, Thonerde und Phosphorsäure resultirte, wurde Kalk durch oxalsaures Ammoniak gefällt, der Niederschlag zur Trennung der etwa mit herausgefallenen Magnesia in Salzsäure gelöst und nochmals mit Ammoniak und oxalsaurem Ammoniak gefällt, der oxalsaure Kalk wurde durch vorsichtiges Glühen und Behandeln mit kohlen-

saurem Ammoniak in kohlensauren Kalk übergeführt. Die Trennung der Magnesia von den Alkalien wurde mit Barythydrat vorgenommen, nachdem die ammoniakalischen Salze durch Glühen entfernt waren, die gefällte Magnesia wurde in verdünnter Schwefelsäure gelöst, mit phosphorsaurem Natron und Ammoniak gefällt und als pyrophosphorsaure Magnesia gewogen. Die Alkalien wurden nach Entfernung des überschüssigen Baryts durch kohlensaures Ammoniak in Chloride verwandelt, und zusammen als solche gewogen, das Kalium mit Platinchlorid abgeschieden und als Kaliumplatinchlorid bestimmt.

Um die Richtigkeit der einzelnen quantitativen Bestimmungen zu controlliren, wurde eine genau abgewogene Menge des Wassers im Platintigel abgedampft, der Rückstand bei 160° C. getrocknet und gewogen; mit den so erhaltenen Daten wurden die aus den Einzelbestimmungen berechneten Resultate verglichen.

Lithion wurde aus einer großen Menge Wassers mittelst phosphorsauren Natrons als $Li_3P\Theta_4$ bestimmt. Das specifische Gewicht des Wassers wurde mit dem Picnometer bestimmt und bei zwei Versuchen als 1·0016 gefunden.

Die im Wasser gelösten gasförmigen Bestandtheile wurden durch Auskochen in einem entsprechenden Apparate gewonnen und der Analyse nach Bunsen'schen Methoden unterzogen.

In den folgenden Tabellen sind die Resultate von den Bestimmungen der einzelnen Bestandtheile zusammengestellt.

Kohlensäure.

Wassermenge in Grammen	Kohlensäure	Für 10.000 Theile	Im Mittel
270·92	0·79	29·16	29·38
270·92	0·802	29·6	

Kieselsäure.

Wassermenge in Grammen	Kieselsäure	Für 10.000 Theile	Im Mittel
2992·8	0·101	0·337	0·348
5008·0	0·180	0·359	

Schwefelsäure.

Wassermenge in Grammen	Schwefelsaurer Baryt	Entspricht Schwefelsäure	Für 10.000 Theile	Im Mittel
1001·6	0·7165	0·246	2·456	2·446
1001·6	0·711	0·244	2·436	

Chlor.

Wassermenge in Grammen	Chlorsilber	Entspricht Chlor	Für 10.000 Theile	Im Mittel
2003·2	0·4095	0·1012	0·505	0·499
2003·2	0·3985	0·0986	0·492	

Gesammt-Kalk.

Wassermenge in Grammen	Kohlensaurer Kalk	Entspricht Kalk	Für 10.000 Theile	Mittel
2992·8	1·4651	0·820	2·772	2·866
14690·9	7·769	4·351	2·961	

Eisenoxyd.

Wassermenge in Grammen	Eisenoxyd	Für 10.000 Theile	Mittel
14690·9	0·124	0·084	0·086
2992·8	0·026	0·087	

Phosphorsäure und Thonerde.

Wassermenge in Grammen	Phosphorsaure Thonerde	Für 10.000 Theile	Mittel
14690·9	0·130	0·088	0·088
2992·8	0·0262	0·087	

Magnesia.

Wassermenge in Grammen	Pyrophosphor-saure Magnesia	Entspricht Magnesia	Für 10.000 Theile	Mittel
3067·9	1·918	0·691	2·252	2·306
5008·0	3.28	1·182	2·360	

Kali und Natron.

Wasser-menge in Grammen	Gibt		Entspricht		Für 10.000 Theile Mittel	
	KCl + NaCl	$KPt + Cl_3$	ClK	ClNa	Kali	Natron
3004·8	1·372	0·483	0·147	1·225	0·309	2·161
2992·8	1·366	0·478	0·146	1·22		

Lithion.

Wassermenge in Grammen	Li_3PO_4	Für 10.000 Theile Lithion
14690·9	0·01	0·0026

Organische Substanz.

Wassermenge in Grammen	Glühverlust des Abdampfrückstandes	Für 10.000 Theile	Mittel
1001·6	0·0602	0·601	0·600
360·3	0·0216	0·599	

Summe der fixen Bestandtheile.

Wassermenge in Grammen	Abdampfrückstand	Für 10.000 Theile	
	gefunden	gefunden	berechnet
	I	II	III
206·193	0·328	15·907	16·401

Die Mittelwerthe von den Bestimmungen der einzelnen Bestandtheile ergeben für 10.000 Theile des Wassers folgende Zusammenstellung.

Kohlensäure	29·38
Kieselsäure	0·348
Schwefelsäure	2·446
Chlor	0·499
Phosphorsäure und Thonerde	0·088
Eisenoxyd	0·086
Kalk	2·866
Manganoxydul	Spuren
Magnesia	2·306
Kali	0·309
Natron	2·161
Lithion	0·0026
Organische Substanz	0·600
Summe der fixen Bestandtheile gefunden	15·907
Specifisches Gewicht	1·0016

Werden die Bestandtheile nach ihren Verwandtschaften zu Salzen gruppirt, so erhält man folgendes Schema für die im Sauerbrunner Wasser gelösten Salze:

Bestandtheile	In 10.000 Theilen Wasser	1 Wiener Pfund (= 7680 Grn.) enthält in Granen
Schwefelsaures Kali	0·572	0·439
„ Natron	3·874	2·975
Chlornatrium	0·766	0·588
Chlorlithium	0·0072	0·005
Kohlensaures Natron	0·190	0·145
„ Kalk	5·117	3·929
„ Magnesia	4·843	3·719
„ Eisenoxydul	0·124	0·095
„ Manganoxydul	Spuren	Spuren
Phosphorsaure Thonerde	0·088	0·067
Kieselsäure	0·348	0·267
Organische Substanz	0·600	0·460
Summe der fixen Bestandtheile	15·907	12·216
Kohlensäure, halb gebunden	4·914	3·773
„ frei	19·552	15·015

Analyse der aus dem Wasser ausgekochten Gase.

Die qualitative Analyse erwies sie als reine Kohlensäure.

Verwendete Wassermenge . . . . 162 CC.

Durch Auskochen enthaltenes Gasvolum auf 0°
und 1 Mtr. Druck bezogen: . . . . 139·94 CC.

entspricht für 10.000 Theile: . . . . 8638.2 CC.

oder auf die Quellentemperatur und den normalen Barometerstand reducirt . . . . 11836·5 CC.

Chemische Analyse der Schwefelquellen in Spalato.

Von **August Vierthaler.**

Längs der an eocenem Kalke angelagerten Sandsteinküste der „riviera della castella“ und im Nummulitenkalke von Spalato treten verschiedene Schwefelwasser zu Tage; von denen einige unter dem Meeresspiegel hervorbrechen und mit ungleich starker Intensität emporsprudeln, während andere zwar dem Festlande entquellen, jedoch stets mit dem seeischen Grundwasser in Verbindung stehen. Der verschiedene aber stets reichliche Gehalt an gasförmigem Schwefelwasserstoff dieser Quellen läßt es unwahrscheinlich erachten, daß derselbe seinen Ursprung blos in der Zersetzung von Meerwasser-Sulfaten vermöge vegetabilischer Organismen habe, und läßt vielmehr auf ein Lager von Gyps oder Kiesen schließen, deren chemische Veränderung Anlaß zur Schwefelwasserstoffbildung gegeben haben mag.

Von den in Spalato zu Tage tretenden Quellen befindet sich die eine im Besitze des Med. Dr. Cattani, der so eben im Begriffe steht, seine seit bereits längerer Zeit bestehende kleine Badeanstalt zu vergrößern. — Diese Quelle liegt rings von Gebäuden umschlossen und in nächster Nachbarschaft der Pescheria (Fischmarkt), also in einem für Salpeterbildung günstigen Kalkboden.

Die zweite Quelle bricht wenig abseits vom Meere, unterhalb des Klosters S. Francesco unmittelbar aus tertiären Kalkfelsen hervor und erfüllt ein gemauertes Bassin, das zum Wäschespülen öffentliche Benützung findet.

Das Wasser beider Quellen findet medicinische Anwendung und wird als Brunn- oder Badewasser gebraucht. — Die erste Quelle, die ich der Kürze wegen „Cattani“ bezeichne, zeigt eine Art von Intermittenz, die Erscheinung nämlich des Versiegens bei anhaltendem Regenwetter. — Beide Quellen, die von Cattani sowohl wie jene



S. Francesco, entwickeln bei vorherrschendem Scirocco eine reichliche Gasmenge, die sich durch intensiven und belästigenden Schwefelwasserstoffgeruch in der Quellen-Umgebung kundgibt.

Das Wasser beider Quellen wurde im Monate Juni d. J. bei schönem, trockenem Wetter und vorherrschender Bora gehoben und die Analyse theils an der Quelle, theils im Laboratorium der hiesigen Ober-Realschule ausgeführt. — Eine andere Gasbestimmung als jene des im Wasser absorbirten Schwefelwasserstoffes konnte wegen der mangelhaften Mittel des zu Gebote stehenden Laboratoriums nicht ausgeführt werden.

A. Quelle Cattani.

Die Temperatur der Quelle wurde am 27. Juni 1867 mit einem Normalthermometer zu 25°5 C. bei einer Lufttemperatur von 28° C. bestimmt.

Das vollkommen klare Thermalwasser hat starken Geruch nach Schwefelwasserstoff und besitzt einen intensiv salinisch-hepatischen Geschmack; verliert beim Stehen seinen charakteristischen Geruch und erhält einen weissen Absatz von ausgeschiedenem Schwefel.

Die Reaction des Wassers ist an der Quelle schwach sauer; nach dem Kochen jedoch schwach alkalinisch.

Die qualitative Untersuchung des Wassers ergab: Kieselsäure, Kohlensäure, Schwefelsäure, Salpetersäure, Chlor, Jod, Brom Schwefelwasserstoff, Kalk, Magnesia, Kali, Natron und Spuren von Lithion und Eisenoxyd. — Die bei Behandlung mit Nitroprussid-Natrium entstehende blauviolette Färbung kennzeichnet überdies die Gegenwart von Schwefelalkalien.

Die Prüfung auf Phosphorsäure, Ammoniak, Strontian und Baryt ergab negative Resultate.

Die quantitativen Bestimmungen wurden theils volumetrisch, theils mittelst Gewichts-Analyse ausgeführt.

Das specifische Gewicht des Wassers wurde mit dem Picnometer bestimmt und zu 1·02383 gefunden.

Zur Bestimmung der Kohlensäure wurde eine an der Quelle gemessene Menge Wasser in gut verschließbare Kolben über Chlorcalcium und Kalkhydrat gefüllt und der hiedurch entstandene Niederschlag im Laboratorium mit Chlorwasserstoff zerlegt.

Die Bestimmung des Schwefelwasserstoffs geschah dessgleichen an der Quelle und zwar auf doppelte Art: maaßanalytisch mit Jodlösung und anderseits, indem eine gemessene Wassermenge über saure Chlor-Cadmium-Lösung in hermetisch verschließbare Flaschen gebracht wurde, um den hiedurch entstandenen Niederschlag im Laboratorium in Salpetersäure zu lösen und den Schwefel als Baryt-Sulfat zu bestimmen. — Die gleichen Resultate beider Analysen ergaben mit Bestimmtheit die Abwesenheit von unterschwefligsauren Salzen, welche überdies noch besonders nachgewiesen wurde, indem frischgehobenes Wasser mit essigsaurem Zinkoxyd versetzt, filtrirt, und nach Zugabe von salpetersaurem Silberoxyd einen rein weißen Niederschlag lieferte, der auch beim Erwärmen unverändert blieb.

Zur Bestimmung der Schwefelalkalien wurden bekannte Mengen des Thermalwassers in Kolben gebracht, die mit doppelt durchbohrten Korken versehen und mit einem Wasserstoffapparate in Verbindung gesetzt wurden. — Nach Durchleitung des durch Kali und Quecksilberchlorid gereinigten Wasserstoffstromes, bis die entweichenden Gasblasen gebläute Jodstärke nicht entfärbten, wurde der Rückstand mit Jodlösung auf den Gehalt des als Sulfid gebundenen Schwefels geprüft.

Kieselsäure, Kalk und Magnesia wurden nach den allgemein üblichen Methoden getrennt und bestimmt.

Zur Trennung der Alkalimetalle wurde eine bestimmte Wassermenge mit einer der vorhandenen Schwefelsäuremenge äquivalenten Quantität von Chlor-Baryum behandelt, hierauf mit einer reinen Kalklösung versetzt und gekocht. — Nach Trennung des Niederschlages wurde der überschüssig vorhandene Kalk mit kohlensaurem und oxalsaurem Ammon entfernt und die filtrirte Flüssigkeit, wie allgemein üblich, eingedampft, und wurden hierauf die Alkalien gemeinschaftlich als Chloride bestimmt und schließlich mit Platinchlorid getrennt.

Die Bestimmung der Schwefelsäure geschah in üblicher Weise, jedoch statt mit dem ursprünglichen Thermalwasser — mit der vom Cadmiumniederschlage getrennten Flüssigkeit, um jedem Fehler wegen möglicher Schwefeloxydation vorzubeugen.

Zur Ermittlung des Jodgehaltes wurde eine bestimmte Wassermenge mit saurer Lösung von Chlor-Palladium versetzt und zwar nach vorhergegangener Oxydation der vorhandenen Sulfide. — Der entstandene schwarze Niederschlag von Palladium-Jodür wurde mit

Äther gewaschen und im Wasserbade getrocknet und unmittelbar darauf gewogen.

Nach der directen Ermittlung des Jodgehaltes wurde die indirecte Bestimmung des Chlor- und Bromgehaltes vorgenommen und zwar derart, daß zuerst der gemeinschaftliche Silberniederschlag der Jodüre, Bromüre und Chlorüre in einer gemessenen und zuvor angesäuerten Wassermenge bestimmt wurde, und hierauf ein gewogener Theil dieses Niederschlages im Porzellanschiffchen geglüht und einem Chlorstrome ausgesetzt wurde, um aus der wegen Umwandlung der Jodüre und Bromüre in Chlorüre erfolgten Gewichtsdifferenz den Gehalt des Bromes wie des Chlores zu ermitteln.

Zur Bestimmung der Salpetersäure wurde eine grössere Wassermenge unter Zusatz von Soda-Carbonat eingedampft, der Rückstand in wenig Wasser aufgenommen und wegen Trennung der kohlensauren Erdalkalien filtrirt, hierauf von Neuem eingedampft und getrocknet. — Gewogene Theilmengen dieses Rückstandes wurden nach dem von Fresenius modificirten Verfahren von Pelouze zur Oxydation einer bekannten Eisenchlorürmenge verwendet, um aus der Menge des entstandenen Eisenchlorides den Gehalt an Salpetersäure zu ermitteln.

Zur Nachweisung der nicht flüchtigen organischen Substanzen wurde eine gemessene Quantität Wasser mit kohlensaurem Natron bis zur alkalischen Reaction versetzt, eingedampft, der Rückstand in wenig Wasser gelöst, von den ausgeschiedenen kohlensauren Erden abfiltrirt, eingedampft und bei 140° getrocknet. Schließlich wurde der Glühverlust bestimmt, der als organische Substanz in Rechnung gebracht wurde.

Zur Controle der einzelnen Bestimmungen wurde eine bestimmte Wassermenge vorsichtig eingedampft und der bei 160° getrocknete Rückstand gewogen, um die Gesammtmenge der fixen Substanzen zu erheben.

Die Resultate der verschiedenen analytischen Bestimmungen ergeben sich aus den folgenden Tabellen:

Kohlensäure.

Wassermenge in Grammen	Kohlensäure	Für 1000 Theile	Mittel
511·9	0·06207	0·121	0·1210
511·9	0·06207	0·121	

Schwefelwasserstoff.

A. Durch Titriren mit Jodlösung an der Quelle.

1 CC. Jodlösung = 0·012688 Grm. Jod.

Wassermenge in Grammen	Verbrauchte Jodlösung	Entspricht HS	Für 1000 Theile	Mittel
511·9	CC. 36·0	0·0627	0·1224	0·1227
511·9	„ 36·2	0·0630	0·1230	

Schwefelwasserstoff.

B. Mittelst Chlorcadmium.

Wassermenge in Grammen	Gibt schwefelsauren Baryt	Entspricht HS	Für 1000 Theile	Mittel
511·9	0·42723	0·0626	0·1222	—

Gebundener Schwefelwasserstoff.

1 CC. Jodlösung = 0·012688 Grm. Jod.

Wassermenge in Grammen	Nach dem Durchströmen von Wasserstoff verbrauchte Jodlösung	Entspricht HS	In 1000 Theilen
511·9	CC. 24·8	0·0421	0·0822

Schwefelsäure.

Wassermenge in Grammen	Gibt schwefelsauren Baryt	Entspricht Schwefelsäure	In 1000 Theilen
511·9	1·8438	0·63306	1·2170

Jod.

Wassermenge in Grammen	Gibt Palladium-Jodür	Entspricht Jod	In 1000 Theilen
46·06	0·049	0·0345	0·7493

Chlor, Jod und Brom.

Wassermenge in Grammen	Gibt Silberchlorür, Bromür und Jodür	Entspricht Silberniederschlag in 100 Theilen Wasser
102·3	6·75712	6·6052

Brom.

Silberniederschlag in Grammen	Nach dem Durchleiten von Chlor, Chlorsilber	Entspricht Bromsilber in 100 Theilen Wasser	Brom in 1000 Theilen Wasser
0·0584	0·0554	0·0955	0·4063

Chlor.

Silberniederschlag in 100 Th. Wasser	Silberjodür	Silberbromür	Silberchlorür	Entspricht Chlor in 1000 Th. Wasser
6·6052	0·1384	0·0955	6·3713	15·7617

Kieselsäure und Sand.

Wassermenge in Grammen	Gibt unlöslichen Rückstand	Entspricht in 1000 Theilen
276·2	0·1751	0·634

Kalk.

Wassermenge in Grammen	Gibt Kalkcarbonat	Entspricht Kalk	In 1000 Theilen
276·2	0·4434	0·2483	0·8988

Magnesia.

Wassermenge in Grammen	Gibt pyrophosphorsaure Magnesia	Entspricht Magnesia	In 1000 Theilen
276·2	1·8246	0·5576	2·0185

Alkalien.

Wassermenge in Grammen	Gibt KCl + NaCl	Gibt KCl, $PtCl_2$	Entspricht für 1000 Theile	
			Kali	Natron
276·2	5·89723	0·7021	0·7689	10·9033

Organische Substanzen.

Wassermenge in Grammen	Glühverlust des bei 140° C. getrockneten Rückstandes	Für 1000 Theile
511·9	0·0439	0·0859

Salpetersäure.

Wassermenge in Grammen	Rückstand nach Zusatz des Natroncarbonats	1/10 des Rückstandes		In 1000 Theilen
		oxydirt FeCl	entspricht Salpetersäure	
511·9	41	0·45	0·0639	1·2500

Summe der fixen Bestandtheile.

Wassermenge in Grammen	Abdampfrückstand bei 160° C. getrocknet	Für 1000 Theile	
		Abdampfrückstand	Mittel
204·766	6·4512	31·5054	31·5043
204·766	6·4508	31·5032	

Zusammenstellung der Mittelwerthe.

Für 1000 Theile:

Kohlensäure	0·1210
Sand und Kieselsäure	0·6340
Schwefelsäure	1·2170
Salpetersäure	1·2500
Chlor	15·7617
Brom	0·4063
Jod	0·7493
Schwefelwasserstoff, frei	0·0405
„ gebunden	0·0822
Eisenoxyd, Thonerde	Spuren
Kalk	0·8988
Magnesia	2·0185
Kali	0·7689
Natron	10·9033
Lithion	Spuren

Wenn die gefundenen elektronegativen und elektropositiven Bestandtheile zu Salzen gruppirt werden, unter Berücksichtigung der vorherrschenden chemischen Verwandtschaften, so erhält man für das Wasser folgende Zusammensetzung:

In 100 Theilen Wassers sind enthalten:

Schwefelsaures Natron	0·2159
Kalk-Bicarbonat	0·0195
Salpetersaures Natron	0·1967
Chlor-Calcium	0·1634
Brom-Magnesium	0·0467
Chlor-Magnesium	0·4552
Chlor-Kalium	0·1244
Chlor-Natrium	1·6787
Jod-Natrium	0·0884
Schwefel-Natrium	0·0195
Sand und Kieselsäure	0·0634
Organische Substanz	0·0085
Eisenoxyd und Thonerde	Spuren
Lithion	Spuren
Summme der fixen Bestandtheile, berechnet	3·0803
„ „ „ „ gefunden	3·1504

B. Quelle S. Francesco.

Die Temperatur der Quelle wurde am 29. Juni d. J. mit einem Normalthermometer zu 20° C. bei einer Lufttemperatur von 23° C. bestimmt.

Das Thermalwasser ist nur schwierig klar zu sammeln, da das Bassin dem öffentlichen Gebrauche Preis gegeben und das Wasser daher verunreiniget ist. Geruch und Geschmack sind ähnlich wie jene der Quelle Cattani, jedoch minder intensiv nach Schwefelwasserstoff. — Auch diese Quelle erhält bei längerem Stehen einen weißen Schwefelabsatz, indem sie vollständig den Schwefelwasserstoffgeruch verliert.

Eine Gasentwicklung an der Quelle findet nicht statt.

Die Reaction des Wassers ist an der Quelle schwach sauer, nach dem Kochen jedoch alkalinisch.

Durch die qualitative Untersuchung wurden nachgewiesen: Schwefelwasserstoff, Kieselsäure, Kohlensäure, Schwefelsäure, Chlor, Jod, Brom, Spuren von Eisenoxyd und Thonerde, Kalk, Magnesia, Kali, Natron und Spuren von Lithion. — Da eine Reaction mit Nitroprussid-Natrium die charakteristische blauviolette Färbung gab, ist auch die Gegenwart von Schwefelalkalien gewiß.

Die Reaction mit Brucin constatirte in dem Wasser dieser Quelle die Abwesenheit von Salpetersäure. Dessgleichen negativ waren die Resultate bei Prüfung auf Ammoniak, Baryt und Strontian.

Das specifische Gewicht des Wassers wurde mit dem Picnometer bestimmt und zu 1·02295 gefunden.

Die quantitativen Bestimmungen wurden theils auf gewichtsanalytischem, theils auf volumetrischem Wege ausgeführt und zwar nach den bei der Untersuchung der Quelle Cattani eingehaltenen Methoden.

Die Resultate der verschiedenen analytischen Bestimmungen ergeben sich aus den folgenden Tabellen:

Kohlensäure.

Wassermenge in Grammen	Kohlensäure	Für 1000 Theile
511·475	0·02517	0·0492

Schwefelwasserstoff.

A. Durch Titriren mit Jodlösung an der Quelle.

1 CC. Jodlösung = 0·012688 Grm. Jod.

Wassermenge in Grammen	Verbrauchte Jodlösung	Entspricht HS	Für 1000 Theile
511·475	CC. 20·4	0·0346	0·0676

Schwefelwasserstoff.

B. Nach Bestimmung mit Chlorcadmium.

Wassermenge in Grammen	Gibt schwefelsauren Baryt	Entspricht HS	Für 1000 Theile
511·475	0·2227	0·0325	0·0635

Gebundener Schwefelwasserstoff.

1 CC. Jodlösung = 0·012688 Grm. Jod.

Wassermenge in Grammen	Nach dem Durchleiten von Wasserstoff verbrauchte Jodlösung	Entspricht HS	Für 1000 Theile
511·475	CC. 15·4	0·0261	0·0510

Schwefelsäure.

Wassermenge in Grammen	Gibt schwefelsauren Baryt	Entspricht Schwefelsäure	Für 1000 Theile
511·475	2·84135	0·9755	1·9072

Jod.

Wassermenge in Grammen	Gibt Jodpalladium	Entspricht Jod	Für 1000 Theile
204·59	0·00232	0·00164	0·0080

Chlor, Jod und Brom.

Wassermenge in Grammen	Gemeinschaftlicher Silberniederschlag	Silberniederschlag für 100 Theile Wasser
51·1475	3·3676	6·6005

Brom.

Silberniederschlag in Grammen	Nach Durchleiten von Chlor, Chlorsilber	Entspricht Bromsilber in 100 Th. Wasser	Entspricht Brom für 1000 Theile Wasser
0·1358	0·13562	0·0344	0·1453

Chlor.

Silberniederschlag in 100 Th. Wassers	Jodsilber	Bromsilber	Chlorsilber	Chlor in 1000 Theile Wassers
6·6005	0·0014	0·0344	6·5647	16·2541

Kieselsäure und Sand.

Wassermenge in Grammen	Gibt Sand und Kieselsäure	Für 1000 Theile
204·59	0·02498	0·1221

Kalk.

Wassermenge in Grammen	Gibt kohlensauren Kalk	Entspricht Kalk	Für 1000 Theile
204·59	0·2298	0·1287	0·6289

Magnesia.

Wassermenge in Grammen	Gibt pyrophosphorsaure Magnesia	Entspricht Magnesia	Für 1000 Theile
204·59	0·74592	0·2688	1·3136

Alkalien.

Wassermenge in Grammen	Gibt $KCl+NaCl$	Gibt $KCl, PtCl_2$	Für 1000 Theile	
			Kali	Natron
51·1475	1·21	0·1154	0·5089	12·0959

Organische Substanz.

Wassermenge in Grammen	Glühverlust des bei 140° C. getrockneten Rückstandes	Für 1000 Theile
511·475	0·06915	0·1352

Fixe Bestandtheile.

Wassermenge in Grammen	Abdampfrückstand bei 160° C. getrocknet	Für 1000 Theile
204·59	6·27839	30·6877

Zusammenstellung der Mittelwerthe.

Für 1000 Theile Wasser:

Kohlensäure	0·0492
Kieselsäure, Sand	0·1221
Schwefelsäure	1·9072
Chlor	16·2541
Jod	0·0080
Brom	0·1453
Schwefelwasserstoff frei,	0·0166
„ gebunden	0·0510
Eisenoxyd, Thonerde	Spuren
Kalk	0·6289
Magnesia	1·3136
Kali	0·5089
Natron	12·0959
Lithion	Spuren
Organische Substanz	0·1352
Summe der fixen Bestandtheile	30·6877
Specifisches Gewicht	1·02295

Wenn die gefundenen elektronegativen und elektropositiven Bestandtheile zu Salzen gruppirt werden, unter Berücksichtigung der vorherrschenden chemischen Verwandtschaften, so erhält man für dieses Schwefelwasser nachstehende Zusammensetzung:

Für 100 Theile:

Kalk-Bicarbonat	0·00805
Schwefelsaurer Kalk	0·14513
Schwefelsaures Natron	0·18700
Jod-Natrium	0·00092
Chlor-Natrium	1·98570
Schwefel-Natrium	0·01105
Brom-Magnesium	0·01671
Chlor-Magnesium	0·51133
Chlor-Kalium	0·17563
Kieselsäure, Sand	0·01221
Organische Substanz	0·01105
Eisenoxyd, Thonerde, Lithion	Spuren
Summe der fixen Bestandtheile, berechnet	3·06478
„ „ „ „ gefunden	3·06877

Analyse des Flusswassers der Cettinje.

Durch die Güte des Herrn Lehramts-Candidaten Scarizza erhielt ich auf mein Ansuchen zwei Flaschen mit Flußwasser der Cettinje, welches mitten im karstischen Kalkterrain bei Podgoraje gehoben wurde. — Das Wasser der Bouteillen war vollkommen klar, nur am Boden der Flaschen fand ich einen Absatz in unbeträchtlicher Menge aus Sand und kohlensaurem Kalke bestehend.

Die qualitative Analyse des Wassers ergab an Bestandtheilen:

Kohlensäure,
Kieselsäure,
Schwefelsäure,
Chlor,
Kalk,
Magnesia,
Natron,
Kali,
und Spuren von Eisenoxyd.

Die quantitative Untersuchung wurde gewichtsanalytisch ausgeführt und zwar nach den üblichen Methoden.

Das specifische Gewicht wurde mit dem Picnometer erhoben und zu 1·0008 bei einer Lufttemperatur von 15° C. gefunden.

Zur Controle der Resultate wurde eine bestimmte Wassermenge mit Vorsicht eingedampft und bei 160° C. getrocknet, die Summe der fixen Bestandtheile ermittelt und hierauf die Umwandlung des Abdampfrückstandes in schwefelsaure Salze vorgenommen.

Die aus den einzelnen analytischen Operationen hervorgegangenen Resultate sind in den folgenden Tabellen ersichtlich.

Kohlensäure.

Wassermenge in Grammen	Gibt Kohlensäure	In 10.000 Theilen
200·16	0·00124	0·0624

Kieselsäure.

Wassermenge in Grammen	Gibt Kieselsäure	In 10.000 Theilen
500·40	0·00175	0·035

Schwefelsäure.

Wassermenge in Grammen	Gibt schwefelsauren Baryt	Entspricht Schwefelsäure	In 10.000 Theilen
500·4	0·2175	0·0747	1·4927

Chlor.

Wassermenge in Grammen	Gibt Chlorsilber	Entspricht Chlor	In 10.000 Theilen
200·16	0·1416	0·03503	1·7500

Kalk.

Wassermenge in Grammen	Gibt kohlensauren Kalk	Entspricht Kalk	In 10.000 Theilen
500·4	0·0975	0·0546	1·0911

Magnesia.

Wassermenge in Grammen	Gibt pyrophosphorsaure Magnesia	Entspricht Magnesia	In 10.000 Theilen
500·4	0·0583	0·02102	0·4200

Alkalien.

Wassermenge in Grammen	Gibt KCl+NaCl	Gibt KCl, $PtCl_2$	Entspricht in 10.000 Theilen	
			Kali	Natron
500·4	0·1044	0·17957	0·6945	0·5230

Fixe Bestandtheile.

Wassermenge in Grammen	Abdampf-rückstand bei 160°C. getrocknet	Gibt schwefelsaure Salze	In 10.000 Theilen	
			Abdampf-rückstand	Schwefelsaure Salze
500·4	0·2910	0·3226	5·81534	6·4467

In 10·000 Gewichtstheilen des Wassers der Cettinje sind somit enthalten:

Kohlensäure	0·0624
Kieselsäure	0·0350
Schwefelsäure	1·4927
Chlor	1·7500
Kalk	1·0911
Magnesia	0·4200
Kali	0·6945
Natron	0·5230

Aus der Gruppirung der gefundenen elektropositiven und elektronegativen Bestandtheile nach ihren nächsten chemischen Affinitäten ergibt sich für 10·000 Gewichtstheile folgende Zusammensetzung des Flußwassers „Cettinje“:

Kalk-Bicorbinat	0·1017
Schwefelsaurer Kalk	2·5538
Chlor-Kalium	1·0982
Chlor-Natrium	1·0174
Chlor-Magnesium	0·9883
Kieselsäure	0·0350
Summe der fixen Bestandtheile, berechnet	5·7944
„ „ „ „ gefunden	5·81534
„ „ schwefelsauren Verbindungen, berechnet	6·3896
„ „ „ „ gefunden	6·4467

Anmerkung zu Seite 13.

Diese an freiem und gebundenem Schwefelwasserstoff reichen Quellen, die ausser den medicinisch wichtigen Jod- und Bromverbindungen noch einen nicht unbedeutenden Gehalt an Sulfaten besitzen, sind in Dalmatien lange schon ihrer heilkräftigen Wirkungen halber gesucht und benützt. — Ich erbat mir vom Med. Dr. Herrn Cattani einige therapeutische Mittheilungen, die ich im Originale veröffentliche:

„Cenni medici sopra l'uso delle acque solfuree di Spalato."

Furono esperite utili per uso interno siccome un purgante che si può tenere sempre pronto, di sollecito effetto, che eccita l'appettito, promuove la diuresi e la traspirazione, lasciando un benessere generale. Si riscontrano vantaggiose a debellare tutte le forme di malattie scrofolose e rachittiche, gli ingorghi glandulari; la tubercolosi incipiente in tutti gli organi che ne vanno soggetti; le lenti congestioni del sistema venoso-linfatico, ed in conseguenza gl'infarti di fegato, di milza a degli altri organi addominali e toracici, emorroidi, lente metriti ecc. — Guariscono tanto congestioni primitive che le iperemie, le ipertrofie, gl' indurimenti, i trasudamenti e i depositi esiti di pregresse infiammazioni. — Portano spessi vantaggi nella ipocondria, ed altre consimili nevrosi, come pure in molte oftalmie.

Mediante injezioni, doccie, abbluzioni ed applicazioni a mezzo di spugne si curano molte malattie uterine, vaginali e del retto; ulceri ostinate, nonchè esiti di periostiti, tumori articolari, rigidità ed anchilosi, specialmente combinandovi la cura interna.

Mediante i bagni generali si curano per eccellenza quasi tutte le malattie croniche della pelle, sicome pure molte nevrosi e paralisi per causa locale, reumatismi muscolari ed articolari d'indole cronica, conseguenze d'idrargirosi e di sifilidi antiche.

N'è controindicato l'uso nelle malattie acute, quando vi abbiano irritazioni di vescica e degli organi uropojetici, nonchè bagni per chi è disposto all'apoplessia, o soffrisse di vizj organici del cuore.

Studien über einige Variationen der Zusammensetzung im Meerwasser um Spalato.

Von **August Vierthaler.**

Aus den großen Arbeiten von Forchhammer, Jackson v. Bibra ist bekannt, daß der Salzgehalt des Meerwassers innerhalb bedingter Grenzen variire und daß namentlich der Gehalt an Schwefelsäure größeren Variationen unterliege als der Chlorgehalt, was Bischof damit erklärt, daß dem Meere durch die Flüsse bei weitem mehr schwefelsaure Salze als Chlorüre zugeführt werden und daß das Chlor als einfacher Körper keiner Zersetzung fähig ist, während die Schwefelsäure in ihren Verbindungen mit Salzbasen durch organische Substanzen leicht zersetzt wird, mithin an die Stelle schwefelsaurer Salze Schwefelverbindungen treten.

Die genannten Arbeiten beziehen sich aber durchaus auf Proben von Meerwasser aus verschiedenen Meerlocalitäten. — Es schien daher von Interesse, die Variationen im Salzgehalt einer gleichen Meerlocalität zu beobachten.

Zum Zwecke einer sicheren Controlle wurde zuerst eine Analyse bezüglich der vollständigen Zusammensetzung im Salzgehalte des Meerwassers um Spalato ausgeführt. — Das Wasser wurde in der Nähe einer offenen Küste (i. r. Sanità di Spalato) von der Oberfläche des Meeres gehoben, und zeigte bei einer Lufttemperatur von 29° C. eine Temperatur von 24° C. — Das specifische Gewicht mittelst Picnometer erhoben, ergab sich ≐ 1·02645.

Die qualitative Zusammensetzung des Abdampfrückstandes zeigte die gewöhnlichen Bestandtheile: Chlor, Brom, Schwefelsäure, wenig Kohlensäure, Kali, Natron, Kalk, Magnesia und Kieselsäure, Eisen- und Aluminiumoxyd. — In einem größeren Abdampfrückstande wurde überdies die Gegenwart von Phosphorsäure-Spuren ermittelt; und zugleich mit quantitativer Berücksichtigung wurde die Gegenwart von Ammoniak und organischen Substanzen erwiesen.

Die quantitative Analyse wurde durchaus nach Gewichtsresultaten ausgeführt, mit Ausnahme der Kohlensäure und Ammoniak-Bestimmung, die maßanalytisch zu Stande gebracht wurde, und letztere nach dem Verfahren von Boussingault. — Die übrigen eingeschlagenen analytischen Methoden waren die allgemein gebräuchlichen.

Nachstehende Tabellen ergeben die Einzelbestimmungen der Meerwasserzusammensetzung.

Schwefelsäure.

Wassermenge in Grammen	Gibt schwefelsaures Baryt	Gibt Schwefelsäure	In 1000 Theilen Meerwasser
51·3225	0·3926	0·1347	2·6245

Kohlensäure.

Wassermenge in Grammen	Gibt Kohlensäure	In 1000 Theilen Meerwasser.
513·225	0·147	Mittel 0·2823
513·225	0·145	

Kieselsäure.

Wassermenge in Grammen	Gibt Kieselsäure	In 1000 Theilen Meerwasser
205·29	0·0226	0·1101

Chlor und Brom.

Wassermenge in Grammen	Gibt AgCl + AgBr	Grm. 1·187 AgCl + AgBr		Gibt		In 1000 Theilen Meerwasser	
		nach dem Durchleiten von Clor	Enthält AgBr	Brom	Chlor	Brom	Chlor
20·529	1·8878	1·184	0·01865	0·0079	0·4578	0·3848	22·2506

Thonerde und Eisenoxyd.

Wassermenge in Grammen	Gibt $Fe_2O_3 + Al_2O_3$	In 1000 Theilen Meerwasser
205·29	0·0486	0·2367

Kalk.

Wassermenge in Grammen	Gibt kohlensauren Kalk	Entspricht Kalk	In 1000 Theilen Meerwasser
205·29	1·906	0·7624	3·7118

Magnesia.

Wassermenge in Grammen	Gibt pyrophosphors. Magnesia	Entspricht Magnesia	In 1000 Theilen Meerwasser
205·29	1·3458	0·485	2·3657

Alkalien.

Wassermenge in Grammen	Gibt $KCl + NaCl$	Gibt $PtCl_2$, KCl	In 1000 Theilen Meerwassser	
			Kali	Natron
102·645	2·64	0·1088	0·2065	13·6626

Ammoniak.

Wassermenge in Grammen	Zur Sättigung erforderliche Schwefelsäure	Entspricht Ammoniak	In 1000 Theilen Meerwasser
2052·9	0·08	0·02774	0·0135

Organische Substanzen.

Wassermenge in Grammen	Organische Substanz	Für 1000 Theile Meerwasser
1539·675	0·0868	0·0563





Kalk, ausgeschieden nach dem Kochen.

Wassermenge in Grammen	Gibt kohlensauren Kalk	Entspricht Kalk	In 1000 Theilen Meerwasser
2052·9	0·6466	0·3620	0·1763

Fixe Bestandtheile.

Wassermenge in Grammen	Rückstand		für 1000 Theile Meerwasser	
	bei 180° C. getrocknet	in schwefelsaure Verbindungen verwandelt	bei 180° C. getrocknet	in schwefelsaure Verbindungen verwandelt
205·29	8·2945	10·0603	40·4038	49·0053

In 1000 Gewichsthèilen Meerwasser sind somit enthalten:

Schwefelsäure	2·6245
Kohlensäure	0·2823
Kieselsäure	0·1101
Phosphorsäure	Spuren
Chlor	22·2506
Brom	0·3848
Thonerde und Eisenoxyd	0·2367
Kalk	3·7118
Magnesia	2·3657
Kali	0·2065
Natron	13·6626
Ammoniak	0·0135
Organische Substanzen	0·0563

Summe der fixen Bestandtheile

Berechnet	40·6930
Gefunden	40·4038

Summe der schwefelsauren Verbindungen

Berechnet	48·8694
Gefunden	49·0053

Aus der Gruppirung der durch die quantitativen Analysen gefundenen elektronegativen und elektropositiven Bestandtheile nach

ihren nächsten chemischen Verwandtschaften zu Salzen ergibt sich für 1000 Gewichtstheile Meerwasser eine Zusammensetzung von:

Brom-Natrium	0·4954
Chlor-Natrium	25·5012
Chlor-Kalium	0·3780
Chlor-Magnesium	5·6176
Chlor-Calcium	3·3536
Kalk-Sulfat	4·4616
Kalk-Bicarbonat	0·4687
Kieselsäure	0·1101
Thonerde und Eisenoxyd . . .	0·2367
Ammoniak	0·0138
Organische Substanzen	0·0563

Wenn wir nun vorstehende analytische Resultate mit der bis jetzt besten Analyse des mittelländischen Meeres (4 Kilometer vom Hafen in Cette), ausgeführt von Usiglio, vergleichen, ergeben sich nachstehende Differenzen:

	Meerwasser von Cette nach Usiglio	Meerwasser an der Küste von Spalato	Differenz
	In 1000 Theilen		
Specifisches Gewicht	1·0258	1·02645	+ 0·00065
Fixe Bestandtheile	43·735	40·693	− 3·042
Chlor-Natrium............	29·424	25·5012	— 3·9228
Chlor-Kalium	0·505	0·3780	— 0·127
Chlor-Magnesium	3·219	5·6176	+ 2·3986
Chlor-Calcium............	6·080	3·3536	— 2·7264
Kalk-Sulfat	1·357	4·4616	+ 3·1046
Magnesia-Sulfat	2·477	.	− 2·477
Kalk-Bicarbonat	0·114	0·4687	+ 0·3547
Brom-Natrium	0·556	0·4954	— 0·0606
Kieselsäure	.	0·1101	+ 0·3438 (Kieselsäure, Thonerde, Eisenoxyd)
Thonerde	.	0·2367 (Thonerde und Eisenoxyd)	
Eisenoxyd	0·003		
Ammoniak	.	0·0138	+ 0·0138
Organische Substanzen.....	.	0·0563	+ 0·0563

Wie ersichtlich sind einige Differenzen hauptsächlich von der verschiedenen Ansicht in der Berechnung der Salze bedingt; zur

größeren Klarheit wurden daher die wesentlichen Factoren in der Salzzusammensetzung des Meerwassers, Chlor und Schwefelsäure beider Analysen verglichen:

	Meerwasser von Cette	Meerwasser um Spalato	Differenz
	In 1000 Theilen		
Chlor....................	24·37	22·25	—2·12
Schwefelsäure............	2·44	2·63	+ 0·19

Berücksichtiget man ferner, daß die zur Analyse verwendete Probe von Meerwasser in der nächsten Nähe der Küste von Spalato gehoben wurde, daher die gewöhnliche Erscheinung der Abnahme des Salzgehaltes auftritt, um so mehr als an derselben Küste zwei Schwefelquellen dem Meere zuströmen, daher die Verdünnung des Wassers und die Zunahme der Sulfate erklärlich wird: so ergibt sich eine eben nicht erhebliche Differenz in den Hauptbestandtheilen des adriatischen und des großen mittelländischen Meeres.

Um nun in Erfahrung zu bringen, ob diese Differenz eine constante sei, oder Variationen unterliege, die von verschiedenartigen Meeresströmungen abhängen, wurde eine Reihe von Beobachtungen angestellt, um in einer Periode von 20 Tagen die wichtigsten Variationen zu ermitteln.

Zu diesem Zwecke wurde vom 1. bis 20. August l. J. täglich an der gleichen Stelle, an welcher die Probe für die oben berichtete Analyse gehoben worden, eine Wasserquantität, hinreichend für die anzustellenden Beobachtungen gesammelt, Meer- und Lufttemperatur an derselben Stelle ermittelt, hierauf im Laboratorium mittelst des Picnometer das specifische Gewicht bestimmt und die Analyse über Chlor- und Schwefelsäuregehalt ausgeführt.

Die Schwefelsäure wurde in diesen Beobachtungen gewichtsanalytisch auf gewöhnlichem Wege, das Chlor maßanalytisch mittelst einer titrirten Silberlösung und vermöge Kalicromat-Reaction bestimmt. — Selbstverständlich wurde hiebei der Bromsilber-Niederschlag ebenfalls auf Chlor berechnet.

Chlorbestimmungen.

Monat	Tag	Wassermenge in Grammen	Verbrauchte CC. von Silber Nitrat-Lösung 1 CC. = 0·00686 Chlor	Gibt Chlor	In 1000 Theilen Meerwasser
August	1	10·2585	36·8	0·2525	24·59
	2	10·2634	35·4	0·2428	23·72
	3	10·2626	36·2	0·2483	24·19
	4	10·2704	36·6	0·2510	24·44
	5	10·2769	35·0	0·2400	23·35
	6	10·2715	37·0	0·2538	24·71
	7	10·3110	37·4	0·2564	24·88
	8	10·2679	36·8	0·2525	24·59
	9	10·2694	35·4	0·2428	23·72
	10	10·2663	36·0	0·2469	24·05
	11	10·2679	33·8	0·2324	22·64
	12	10·2645	35·6	0·2443	23·87
	13	10·2701	34·0	0·2337	22·76
	14	10·2742	34·8	0·2390	23·26
	15	10·2594	36·1	0·2476	24·13
	16	10·2585	34·4	0·2366	23·08
	17	10·2684	35·3	0·2423	23·59
	18	10·2614	34·6	0·2374	23·14
	19	10·2634	34·7	0·2385	23·24
	20	10·2697	35·9	0·2469	24·05
				im Mittel	23·8

Schwefelsäurebestimmungen.

Monat	Tag	Wassermenge in Grammen	Gibt schwefelsauren Baryt	Entspricht Schwefelsäure	In 1000 Theilen Meerwasser
August	1	51·2925	0·3908	0·1342	2·617
	2	51·3170	0·3726	0·1279	2·492
	3	51·3130	0·3806	0·1306	2·545
	4	51·3520	0·3751	0·1287	2·506
	5	51·3845	0·3906	0·1340	2·607
	6	51·3575	0·4066	0·1396	2·718
	7	51·5550	0·3862	0·1318	2·556
	8	51·33950	0·3761	0·1291	2·514
	9	51·3470	0·4101	0·1408	2·742
	10	51·3315	0·3866	0·1327	2·584
	11	51·3395	0·3766	0·1379	2·666
	12	51·3225	0·3926	0·1347	2·624
	13	51·3505	0·3826	0·1313	2·556
	14	51·3710	0·3916	0·1344	2·616
	15	51·2970	0·3796	0·1303	2·540
	16	51·2925	0·3646	0·1251	2·440
	17	51·3420	0·3706	0·1272	2·477
	18	51·3070	0·3751	0·1287	2·508
	19	51·3170	0·3783	0·1299	2·532
	20	51·3485	0·3841	0·1319	2·569
				im Mittel	2·57045

Vergleichende Zusammenstellung der Einzelbestimmungen.

Monat	Tag	Luft-Temperatur °C. [1]	Wasser-Temperatur °C.	Vorherrschender Wind	Spec. Gewicht	Chlorgehalt	Schwefelsäuregehalt
						In 1000 Theilen	
August	1	29	23	starker Scirocco	1·02585	24·59	2·617
	2	27	24		1·02634	23·72	2·492
	3	27	23		1·02626	24·19	2·545
	4	25	23		1·02704	24·44	2·506
	5	27	23	Scirocco	1·02769	23·35	2·607
	6	25	23		1·02715	24·71	2·718
	7	27	22·5	starker Scirocco	1·03110	24·88	2·556
	8	26	23		1·02679	24·59	2·514
	9	28	24	Scirocco	1·02694	23·72	2·742
	10	28	24	Borino	1·02663	24·05	2·584
	11	28	24	Scirocco	1·02679	22·64	2·666
	12	29	24	Borino	1·02645	23·87	2·624
	13	28	24	Maestro	1·02701	22·76	2·556
	14	29	24		1·02742	23·26	2·616
	15	28	24		1·02594	24·13	2·540
	16	28	24		1·02585	23·08	2·440
	17	29	24		1·02684	23·59	2·477
	18	28	24		1·02614	23·14	2·508
	19	28	24		1·02634	23·24	2·532
	20	29	25		1·02697	24·05	2·569

Bei einer blos oberflächlichen Betrachtung ergibt sich, daß es namentlich die Wellenströmungen sind, von denen der Concentrationsgehalt der Salze bedingt wird. — Wir sehen, daß bei vorherrschendem Scirocco, durch den fast immer an der östlichen Küste des adriatischen Meeres hoher Wellenschlag hervorgebracht wird, Chlor- und Schwefelsäure-Gehalt namhaft zunehmen, während der kurze Wellenschlag des Borino, oder die fast absolute Windstille des Maestro geringere Mengen von Chlor und Schwefelsäure ergeben.

Es ergiebt sich nun die Frage von selbst, ob diese Variationen von Strömungen aus anderen Localitäten abhängen, oder ob der Salzgehalt des Meeres in verschiedenen Tiefen variire? Es wäre daher wünschenswerth, eine ausgedehnte Untersuchung über speci-

[1] Die Lufttemperatur wurde täglich um 8 Uhr Morgens ermittelt.

fisches Gewicht, Salzgehalt und namentlich Chlor- und Schwefelsäure-Gehalt an zahlreichen Localitäten anzustellen; ferner aber auch an den gleichen Localitäten Proben aus verschiedenen Tiefen zu heben, und mit denselben die genannten Bestimmungen zu wiederholen.

Da mich die hohe k. Akademie der Wissenschaften mit der Einladung beehrte, an einer hydrographischen Meerwasser-Untersuchung Theil zu nehmen, hoffe ich in der Lage sein zu können, die von mir vorgeschlagenen Untersuchungen ausführen, und den wahren Zusammenhang der bereits ermittelten Variationen des Salzgehaltes begründen zu können.

Untersuchungen über die Alkoholgährung.

Von **Dr. Johann Oser,**

Docent an der k. k. Universität in Wien.

Die physiologischen Wirkungen, welche der Wein auf den thierischen Organimus ausübt, veranlaßten Herrn Prof. Brücke zur Vermuthung, daß in demselben ein die Nerven erregendes Alkaloid vorhanden sein dürfte und die von ihm in dieser Richtung angestellten, der mathem.-naturw. Classe der kais. Akademie der Wissenschaften in der Sitzung vom 26. April 1855 mitgetheilten Versuche ließen auch das Vorhandensein eines solchen höchst wahrscheinlich erscheinen.

Ich stellte mir nun die Frage, woher mag dieses Alkaloid stammen? Da die Trauben bekanntlich selbst in sehr bedeutenden Quantitäten genoßen keinerlei erregenden Einfluß auf die Nerven ausüben, so blieben für die Beantwortung dieser Frage nur zwei mögliche Fälle übrig. Entweder muß das Alkaloid aus stickstoffhältigen Substanzen der Trauben erst bei der Gährung gebildet werden, oder es entsteht bei der Alkoholgährung aus den Bestandtheilen der Hefe, bei dem Lebensproceß derselben.

Da ich zu dieser Zeit eben mit dem Studium der Alkoholgährung beschäftigt war, untersuchte ich eine durch Destillation concentrirte gegohrene Flüssigkeit, entstanden aus einer mit reiner ausgewaschener Preßhefe versetzten Rohrzuckerlösung, wobei ich zur Überzeugung gelangte, daß auch darin eine Ammoniakbasis enthalten sei. Dieselbe ist aber in so geringer Menge vorhanden, daß ich mit den Gährungsproducten von 7 Pfund Rohrzucker und der entsprechenden Quantität Hefe bei mehreren Versuchen, trotz der nach und nach vervollkommneten Darstellungsmethode, zu keinem entscheidenden Resultate gelangen konnte; erst als ich 50 Pfund des reinsten im Handel vorkommenden Rohrzuckers vergähren ließ, erhielt ich genügende Mengen des Alkaloids, um die nöthigen Analysen auszuführen. Das Folgende ist eine vorläufige Mittheilung meiner Versuche über diesen Gegenstand.

Reiner Rohrzucker wurde in Wasser gelöst und mit reiner ausgewaschener Preßhefe versetzt. Nachdem die Gährung beendet war, wurde die Flüssigkeit, um sie von der Hefe zu trennen, filtrirt, das Filtrat zuerst über freiem Feuer, zum Schlusse auf einem Wasserbade bis zu einer dicklichen Flüssigkeit eingedampft, wobei sich dieselbe stets stark braun färbt. Diese concentrirte Lösung wurde nun mit Salzsäure versetzt und mit einer Lösung von metawolframsaurem Natron gefällt. Der hierbei entstehende Niederschlag ist von weißer Farbe und setzt sich gut ab, wenn die Fällung in der kalten Flüssigkeit vorgenommen wurde; bei der Fällung aus heißer Lösung erhält man denselben in so fein vertheiltem Zustande, daß er sich weder absetzt noch durch Filtration getrennt werden kann. Dieser Niederschlag ist in kaltem Wasser ziemlich schwer, in heißem Wasser aber leicht löslich und fällt beim Erkalten der heißen Lösung in dem oben erwähnten fein vertheilten Zustande heraus. Den gut ausgewaschenen Niederschlag digerirte ich nun mit Barytlösung, wobei sich unlöslicher wolframsaurer Baryt bildet und das freie Alkaloid in die wässerige Lösung übergeht. Das Filtrat sammt dem Waschwasser wurde nun unter der Luftpumpe zur Trockne verdunstet, um das Ammoniak und die flüchtigen Ammoniakbasen zu entfernen, der zurückbleibende feste Rückstand in Wasser gelöst, vom unlöslichen Theile durch Filtration getrennt und durch das Filtrat eine, aus Schwefelsäure und Magnesia erzeugte, von beigemengtem Schwefelwasserstoff durch Bleiessig befreite Kohlensäure geleitet, so lange noch ein Niederschlag von kohlensaurem Baryt entstand. Die Lösung reagirte auch bei dem Durchleiten von überschüssiger Kohlensäure noch alkalisch. Die vom kohlensauren Baryt abfiltrirte Flüssigkeit wurde unter der Luftpumpe neuerdings bis zur Trockne verdampft, der Rückstand in Wasser gelöst und von dem in der überschüssigen Kohlensäure gelöst gebliebenen kohlensauren Baryt abfiltrirt.

Das alkalisch reagirende Filtrat versetzte ich nun mit Salzsäure bis zur schwach sauren Reaction und concentrirte es unter der Luftpumpe, indem selbst beim Abdampfen dieser Lösung auf dem Wasserbade eine Zersetzung eintritt; es scheiden sich in diesem Falle auf der Oberfläche der Flüssigkeit harzartige braune Tropfen aus, welche von einer Oxydation der chlorwasserstoffsauren Verbindung herzurühren scheinen. — Aus der unter der Luftpumpe concentrirten Lösung des salzsauren Alkaloides war es mir bis jetzt nicht möglich, Krystalle zu

erhalten. Auf Zusatz von Alkohol zu dieser Lösung fällt ein weißer Niederschlag, der sich beim Umschütteln im überschüssigen Wasser wieder löst. Bringt man die Lösung des salzsauren Alkaloids unter der Luftpumpe zur Trockne, so erhält man eine blätterig erstarrende farblose Masse von etwas brennendem, hinterher bitterem Geschmacke, welche sehr hygroskopisch ist, und an der Luft stehen gelassen nach kurzer Zeit sich stark bräunt.

Versetzt man die wässerige Lösung der salzsauren Verbindung mit Platinchlorid, so fällt ein flockiger gelblicher Niederschlag, der aber zur Ermittlung der Zusammensetzung der fraglichen Ammoniakbasis wenig geeignet erschien. Ein besseres Resultat gibt die Anwendung von Goldchlorid; auf Zusatz desselben fällt wohl auch ein schmutzig-gelber flockiger Niederschlag, dieser wird aber nach kurzer Zeit krystallinisch und setzt sich sehr leicht ab, während er eine ziegelrothe Farbe annimmt. Dieser Niederschlag ist in kaltem Wasser nur sehr schwer löslich und läßt sich sehr gut auswaschen. Ein Versuch denselben in kochendem Wasser zu lösen, um ihn aus dieser Lösung zu krystallisiren, mißlang, indem hierbei sogleich eine Reduction zu metallischem Gold eintrat. Ich begnügte mich daher die Goldverbindung gut auszuwaschen und unter der Luftpumpe zu trocknen; die Analyse derselben ergab folgende Resultate:

I. Verbrennung.

Genommene getrocknete Substanz	0·9945	Grm.
Zunahme des Chlorcalcium-Apparates	0·3360	„
„ der beiden Kali-Apparate	0·9935	„

Hieraus ergeben sich 3·75 Percent Wasserstoff,
„ „ „ 27·25 „ Kohlenstoff.

II. Verbrennung.

Genommene Substanz	0·5315	Grm.
Zunahme des Chlorcalcium-Apparates	0·181	„
„ der beiden Kali-Apparate	0·5325	„

Hieraus ergeben sich 3·78 Percent Wasserstoff,
„ „ „ 27·32 „ Kohlenstoff.

I. Stickstoffbestimmung.

Der Stickstoffgehalt wurde nach der Methode von Dumas bestimmt, wobei ich folgende Resultate erhielt:

Genommene Substanz . . . . 0·889 Grm.
Bei der Temperatur von 19·8°C. und einem Barometerstand von 755·5 Millim. abgelesenes Stickstoffvolumen . . . . 71 CC.
Auf 0° und 760 Millim. reducirtes Volumen . . . . 64·3 CC.
Daher 0·08077 Grm. Stickstoff d. i. 9·1 Percent.

II. Stickstoffbestimmung.

Genommene Substanz . . . . 0·8875 Grm.
Bei der Temperatur von 19·2° C. und dem Barometerstand von 750·5 Millim. abgelesenes Volumen 73 CC.
Auf 0° und 760 Millim. reducirtes Volumen . . . . 65·9 CC.
Daraus ergibt sich der Stickstoffgehalt . . . . . . 0·0828 Grm. oder 9·33 Percent.

Die Differenz zwischen den Resultaten der beiden Stickstoffbestimmungen dürfte sich aus dem Umstande erklären, daß bei der ersten Verbrennung grobes, bei der zweiten aber feines Kupferoxyd verwendet wurde, das Resultat der zweiten Analyse ist daher das wahrscheinlichere.

Goldbestimmung.

Die Bestimmung des Goldes ließ sich nicht mit der Bestimmung von Kohlenstoff und Wasserstoff verbinden, da sich die Substanz auch beim vorsichtigsten Erhitzen stark aufbläht und aus dem Porzellanschiffchen heraussteigt. Diese Bestimmung wurde daher mit einer besonderen Partie vorgenommen.

Genommene Substanz . . . . 0·5955 Grm.
Nach dem Verbrennen zurückbleibendes metallisches Gold . . . . 0·2040 „
Hieraus ergibt sich ein Gehalt von 34·26 Perc. Gold.

Rechnet man auf 1 Atom Gold 4 Atome Chlor, so ergeben sich hieraus 24·7 Percent Chlor.

Die analysirte Verbindung enthält daher

	I.	II.
Kohlenstoff	27·25	27·32
Wasserstoff	3·75	3·78
Stickstoff	9·1	9·33
Gold	34·26	34·26
Chlor	24·7	24·7
	99·06	99·39

Nimmt man den Kohlenstoffgehalt und den Stickstoffgehalt aus Analyse II, die wahrscheinlich genauer sind als die der Analyse I, so fehlen auf 100 noch 0·6 Percent. Dieser Abgang hat seinen Grund entweder in einem Gehalt an Wasser, welches beim Trocknen nicht vollständig entfernt werden konnte, oder darin, daß die chlorwasserstoffsaure Verbindung sich beim Abdampfen unter der Luftpumpe schon theilweise oxydirt hatte.

Rechnet man aus der Analyse II die Formel der analysirten Substanz, so ergibt sich hiefür $\Theta_{13}H_{21}N_4AuCl_4$, also die Formel der chlorwasserstoffsauren Verbindung $\Theta_{13}H_{20}N_4$, HCl.

Mit dieser Formel der Verbindung des chlorwasserstoffsauren Alkaloids mit Goldchlorid stimmen die Resultate der Analyse bis auf den Stickstoffgehalt sehr gut überein:

	Gefunden	Berechnet
Kohlenstoff	27·32	27·43
Wasserstoff	3·78	3·67
Stickstoff	9·33	9·79
Gold	34·26	34·44
Chlor	24·7	24·82

Ich nehme daher für dieses Alkaloid vorläufig die Formel $\Theta_{13}H_{20}N_4$ an und behalte mir die weiteren Untersuchungen über diese Substanz vor.

Aus den hier mitgetheilten Versuchen geht hervor, daß dieses Alkaloid sich bei der Alkoholgährung aus den stickstoffhältigen Bestandtheilen der Hefe bildet, da man nicht annehmen kann, daß dasselbe aus dem bei der Gährung verwendeten Rohrzucker, der in der reinsten im Handel vorkommenden Qualität gewählt wurde, stamme. — Demnach muß sich dieses Alkaloid in allen gegohrenen

Flüssigkeiten, im Wein, im Bier, in der vergohrenen Branntweinmaische finden [1]). In dem Spiritus selbst aber kann es nicht enthalten sein, da dasselbe als nicht flüchtig in der Schlempe zurückbleiben muß, um so mehr als es in der gegohrenen Flüssigkeit natürlich als bernsteinsaures Salz enthalten ist. Dieser Umstand bestimmte mich auch zu versuchen, ob ich nicht statt des Gährungsproductes von Rohrzucker und Hefe, die Branntweinschlempe verwenden könnte. In der That erhält man mit Metawolframsäure einen reichlichen Niederschlag, der in seinen Eigenschaften mit dem oben beschriebenen alle Ähnlichkeit hat, nebstbei fällt aber noch eine solche Menge anderer stickstoffhältiger Substanzen, daß die Reindarstellung aus der Schlempe viel größere Schwierigkeiten darbietet, als aus den Gährungsproducten von Rohrzucker.

Dieser Umstand, so wie die Überlegung, daß das Auffinden eines Alkaloides in der Schlempe nicht einen eben so zwingenden Schluß auf das Vorkommen desselben in allen alkoholischen Gährungsproducten überhaupt gestattet hätte, bestimmten mich wieder zum Rohrzucker zurückzukehren. — Daß ferner dieses Alkaloid nicht etwa schon in der Hefe gebildet enthalten sei, ergibt sich aus einem Versuch, bei welchem ich Hefe mit Wasser digerirte, das Filtrat mit Salzsäure ansäuerte und concentrirte, aber mit metawolframsaurem Natron keinen Niederschlag erhielt. — Herr Dr. Ludwig der auf Veranlassung des Herrn Prof. Brücke den Wein auf eine Ammoniakbasis weiter untersuchte, fand in demselben Trimethylamin, ohne des eben besprochenen Alkaloides zu erwähnen. Diese Thatsache läßt vermuthen, daß dasselbe in älteren Weinen, seiner leichten Zersetzbarkeit wegen, entweder in nur sehr geringen Mengen oder gar nicht mehr vorhanden sein dürfte.

Ich kann nicht umhin, hier einer Notiz zu erwähnen, die Herr Dr. C. Lermer in Dingler's polytechnischem Journal, Bd. CLXXXIV, Heft 2, veröffentlichte. Derselbe sagt an diesem Orte, daß er aus den physiologischen Wirkungen des Bieres geschlossen habe, es müßte ein Alkaloid in demselben enthalten sein und gibt dort den Weg an, auf welchem dasselbe aus dem Bier dargestellt werden könne.

---

[1]) Dasselbe ist aber nur in sehr geringen Quantitäten vorhanden, indem ich aus den Gährungsproducten nur 11·747 Grm. der Verbindung $\mathrm{C}_{13}\mathrm{H}_{21}\mathrm{N}_4\mathrm{AuCl}_4$ erhielt, welche Menge 4·816 Grm. der Verbindung $\mathrm{C}_{13}\mathrm{H}_{21}\mathrm{N}_4\mathrm{Cl}$ entspricht.

Zur Beleuchtung dieser Notiz diene, daß Herrn Dr. C. Lermer, der vorsichtig angibt seine Arbeit schon im Sommer 1866 begonnen zu haben, die Versuche des Herrn Prof. Brücke über den Wein schon im Juli aus meinem Munde bekannt waren, sowie er zu dieser Zeit mich im Laboratorium mit vorliegender Arbeit beschäftigt sah und ich demselben hierüber mittheilte, daß dieses Alkaloid in allen gegohrenen Flüssigkeiten, also auch im Bier vorhanden sein müsse.

Mag nun das von Herrn Dr. Lermer im Bier gefundene Alkoloid das bei jeder Gährung entstehende oder ein für das Bier specifisches Alkaloid sein, so hätte ich doch erwartet, daß derselbe der Versuche des Herrn Prof. Brücke, so wie meiner Arbeiten Erwähnung machen würde.

Schließlich fühle ich mich verpflichtet, dankend zu erwähnen, daß mir Herr Prof. Schrötter bei dieser in seinem Laboratorium ausgeführten Untersuchung die reichen Hilfsmittel desselben in liberalster Weise zur Verfügung stellte.

XXIII. SITZUNG VOM 10. OCTOBER 1867.

Der Secretär der Royal Institution zu London gibt mit Schreiben vom 29. September Nachricht von dem Verluste, den die k. Akademie der Wissenschaften durch das am 25. August l. J. erfolgte Ableben des auswärtigen Ehrenmitgliedes der math.-naturw. Classe des Herrn Professors Michael Faraday erlitten hat.

Über Einladung des Präsidenten gibt die Classe ihr Beileid durch Aufstehen kund.

Herr Hofrath W. Ritter v. Haidinger übersendet eine Abhandlung des Herrn Sternwarte-Directors Julius Schmidt in Athen: „Über Feuermeteore 1842 bis 1867."

Herr Prof. Dr. R. Kner überreicht eine Abhandlung: „Über neue Fische aus dem naturwissenschaftlichen Museum der Herren Joh. Ces. Godeffroy & Sohn in Hamburg."

Herr Director Dr. K. Jelinek legt eine Abhandlung vor: „Über den Einfluß der Winde auf den mittleren Gang der wichtigeren meteorologischen Elemente in Wien," von Herrn Julius Hann.

Das c. M. Herr Dr. Fr. Steindachner übergibt die IV. Fortsetzung seines „Ichthyologischen Berichtes über eine nach Spanien und Portugal unternommene Reise."

Herr Prof. Dr. J. Boehm legt eine Abhandlung vor, betitelt: „Physiologische Bedingungen der Bildung von Nebenwurzeln bei Stecklingen der Bruchweide."

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Academia Real das Sciencias de Lisboa: Jornal de Sciencias mathematicas, physicas e naturaes. Nr. 3. Agosto 1867. Lisboa; 8°.

Académie Impériale des Sciences de St. Pétersbourg: Mémoires. VII° Série, Tome X, Nr. 3—15. St. Pétersbourg, 1866; 4°. — Bulletin. Tome X. 1866; Tome XI, Nr. 1—2. 1867. St. Pétersbourg; 4°. — Feierliche Sitzung vom 29. December 1865. 4°.

Académie Royale de Belgique: Tables générales et analytiques du recueil des Bulletins. 2me Série, Tome I à XX. (1857 à 1866.) Bruxelles, 1867; 8°.

— Impériale de Médecine: Mémoires. Tome XXVIIe, 2me Partie. Paris, 1866; 4°. — Bulletin. Tome XXXI. Paris, 1865—1866; 8°.

Accademia Pontifica de' Nuovi Lincei: Atti. Anno VII, Sessione 6a (1854); Anno XIX, Sessione 1a—7a. Roma, 1866; 4°.

— delle Scienze dell' Istituto di Bologna: Memorie. Serie II, Tomo VI, Fasc. 2 & 3. Bologna, 1867; 4°. — Rendiconto. Anno accademico 1866—1867. Bologna, 1867; 8°.

Akademie der Wissenschaften, Königl. Preuss., zu Berlin: Monatsbericht. Mai & Juni 1867. Berlin; 8°.

— Kais. Leopoldino-Carolin. Deutsche, der Naturforscher: Verhandlungen. XXXIII. Band. Dresden, 1867; 4°.

Apotheker-Verein, allgem. österr.: Zeitschrift. 5. Jahrg. Nr. 19. Wien, 1867; 8°.

Bericht des k. k. Krankenhauses Wieden vom Solar-Jahre 1866. Wien, 1867; 4°.

Carl, Ph., Repertorium für physikalische Technik etc. III. Bd., 2. & 3. Heft. München, 1867; 8°.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LXV. Nr. 12—13. Paris, 1867; 4°.

Cosmos. 3e Série. XVIe Année, 5. Octobre 1867. Paris; 8°.

Gelehrten-Gesellschaft, k. k., zu Krakau: Rocznik. Tom XII. Kraków, 1867; 8°. — Sprawozdanie Komisyi fizyograficznéj. Kraków, 1867; 8°.

Gesellschaft, Schlesische, für vaterländische Cultur: 24. Jahres-Bericht. Breslau, 1867; 8°.

— Deutsche geologische: Zeitschrift. XIX. Bd., 2. Hft. Berlin, 1867; 8°.

— physikalisch-medicinische: Würzburger medicinische Zeitschrift. VII. Bd., 4. Hft. Würzburg, 1867; 8°.

Gewerbe-Verein, n.-ö.: Verhandlungen und Mittheilungen. XXVIII. Jahrg. Nr. 20. Wien, 1867; 8°.

Grunert, Joh. Aug., Archiv der Mathematik u. Physik. XLVI. Theil, 4. Heft; XLVII. Theil, 1. & 2. Heft. Greifswald, 1866 & 1867; 8°.

Isis. Sitzungsberichte. Jahrg. 1867, Nr. 4—6. Dresden, 1867; 8°.

Istituto, R., Veneto di Science, Lettere ed Arti: Atti. Tomo XII, Serie III^a, Disp. 4^a—9^a Venezia, 1866—67; 8°.

Jahrbücher der k. k. Central-Anstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus. N. F. II. Bd. Jahrg. 1865. Wien, 1867; 4°.

Jahresbericht am 20. Mai 1866 der Nicolai-Hauptsternwarte. St. Petersburg, 1866; 8°.

Land- und forstwirthschaftliche Zeitung. 17. Jahrg. Nr. 40. Wien, 1867; 4°.

Lotos. XVII. Jahrgang. Juli—September 1867. Prag; 8°.

Magazijn voor Landbouw en Kruidkunde. N. R. VII. Deel, 2—5. Aflev. Utrecht, 1867; 8°.

Moniteur scientifique. 259e Livraison. Tome IXe, Année 1867. Paris; 4°.

Pettenkofer, Max von, und Carl **Voit,** Untersuchungen über den Stoffverbrauch des normalen Menschen; 8°.

Pictet, F. J., Mélanges paléontologiques. 3e Livraison. Bale et Genève, 1867; 4°.

Societas scientiarum Finnica: Acta. Tomus VIII. Helsingforsiae, 1867; 4°.—Öfversigt. VI—VIII, (1863—1866.) 8°. — Bidrag till Finlands Naturkännedom, Etnografi och Statistik. X. Deel. Helsingfors, 1864; 8°. — Bidrag till Kännedom af Finlands Natur och Folk. VII—X. Häftet. Helsingfors, 1866—1867; 8°.

Société Impériale des Naturalistes de Moscou: Bulletin. Tome XL. Année 1867, Nr. 1. Moscou; 8°.

— géologique de France: Bulletin. 2e Série. Tome XXIV. Feuilles 1—36. Paris. 1866 à 1867; 8°.

— philomatique de Paris: Bulletin. Tome IV. Janvier—Février 1867. Paris; 8°.

Society, The American Philosophical, of Philadelphia: Proceedings. Vol. X (1866), Nr. 75—76; 8°.

Verein, naturwissensch., für Sachsen und Thüringen in Halle: Zeitschrift für die gesammten Naturwissenschaften. Jahrgang 1867. XXIX. Band. Berlin; 8°.

Wiener medizin. Wochenschrift. XVII. Jahrgang. Nr. 80—81. Wien, 1867; 4°.

Über Feuermeteore 1842 bis 1867.

(Schreiben an Herrn k. Hofrath Ritter v. Haidinger.)

Von J. F. Julius Schmidt,
Director der Sternwarte zu Athen.

Der im Folgenden zusammengestellte Katalog ist in der Absicht ausgearbeitet, eine Form anzuempfehlen, welche vielfache Untersuchungen über Zahlenverhältnisse in der Häufigkeit und in den besonderen Eigenschaften der Meteore zu begünstigen scheint. Er soll außerdem alle jene Meteore zur allgemeinen Kenntniß bringen, von denen ich weiß oder vermuthe, daß sie entweder ganz unbekannt, oder hinsichtlich mancher von ihnen nur in wenigen Verzeichnissen zu finden sind. Indem ich mich auf das letzte Vierteljahrhundert beschränke, umfaßt der Katalog folgende Angaben:

1. Sämmtliche seit 1842 von mir selbst beobachteten größern Meteore oder Boliden, und zwar 275 bis Ende 1866.

2. Angaben derjenigen Personen, welche sich auf meine Veranlassung mit solchen Beobachtungen beschäftigten.

3. Persönliche oder briefliche Mittheilungen über Meteore, welche in Druckschriften nicht vorkommen.

4. Angaben über Meteore in Zeitschriften und Zeitungen, welche in den seitherigen Sammlungen nicht notirt sind.

Ausgeschlossen sind demnach: Alle Meteore die in den wöchentlichen Unterhaltungen von Jahn (später von Heis) erwähnt werden, alle Mittheilungen in den Comptes Rendus, und in den Publicationen von W. v. Haidinger.

Nach dem Gesagten glaube ich, wird man die im Kataloge getroffene Wahl billigen können und zugeben, daß es sehr unwichtig ist, ob sich das eine oder andere Meteor doch schon irgendwo beschrieben finde. Das Meiste ist neu, und ein Zuwachs von mehr als 600 Meteoren für den einstigen definitiven Katalog ist in mancher Beziehung von Interesse. Von einem brauchbaren Kataloge verlangt man außer der möglichen Kürze, vor allem Übersichtlichkeit und Präcision in den

Einzelheiten, so weit von diesen, bei der meist völligen Unzulänglichkeit der Angaben, die Rede sein kann. Es sollen die Zeiten verständlich angegeben werden, was sehr oft nicht der Fall ist. Es sollen die Details so geordnet werden, daß jegliche Art der Zählung, jegliche Untersuchung möglichst erleichtert wird. Zu diesem Zwecke habe ich dem Kataloge Columen ertheilt, welche im Einzelnen Folgendes besagen:

Col. 1. Die laufende Nummer, welche zugleich die Nummerirung der Anmerkungen ist.

Col. 2. Das Jahr der Beobachtung.

Col. 3. Das Datum.

Col. 4. Die mittlere Ortszeit der Beobachtung, vom Mittag bis wieder zum Mittag nach astronomischer Weise durch alle 24 Stunden gezählt, so daß ein Zweifel nicht möglich ist. Die Mittagsstunde ist dann 0 Uhr, die Mitternachtsstunde = 12 Uhr, 8 Uhr Morgens = 20 Uhr, 11 Uhr Morgens = 23 Uhr.

Col. 5. Die Grösse, der Rang des Meteors = *R*, worunter ich allein die Intensität des Lichtes verstehe. Während man die kleinen Meteore, die sogenannten Sternschnuppen, nach Sterngrößen ordnet, von der sechsten bis zur ersten Größe, gab ich den großen Meteoren oder Boliden römische Ziffern zur Bezeichnung der Helligkeit, und rechne zu Boliden alle derartigen Körper, welche an Helligkeit die Sterne der ersten Größe übertreffen. Die Rangordnung dieser bestimme ich wie folgt:

R = I. Wenn das Meteor bedeutenden scheinbaren Durchmesser hat, wenn sein Glanz so stark ist, daß alle, oder die meisten Sterne während seiner Erscheinung unsichtbar werden, und wenn es am Tage gesehen werden kann. Diese sind sehr selten, mit ihnen sind am häufigsten Detonationen und Steinfälle verbunden. Die meisten in alten Zeiten notirten Boliden werden vom ersten Range gewesen sein.

R = II. Wenn das Meteor die Helle des Planeten Venus ansehnlich übertrifft, so daß es einen Blitzschein verbreitet, und sich auch dann dem Beobachter verräth, wenn es ihm im Rücken erscheint.

R = III. Ein Meteor von der Helligkeit des Planeten Jupiter, welcher keinen Blitzschein mehr verursacht.

R = IV. Ein Meteor von der Helligkeit des Sirius, also heller als die übrigen Sterne der ersten Größe.

Col. 6. F = Farbe weiß, gelb, roth, grün, blau, wobei die Zwischenstufen unberücksichtigt bleiben. Die Anmerkungen mögen Details berühren, die im Kataloge keinen Platz finden können.

Col. 7. dm = Dauer des Meteores während seiner Bewegung in der leuchtenden Bahn, in Secunden.

Col. 8. S = Schweif, dessen Sichtbarkeit durch * bemerkt wird.

Col. 9. ds = Dauer der Sichtbarkeit des Schweifes, nach Minuten und Secunden. Wird aber ds von ( ) umschlossen, so ist immer eine teleskopische Beobachtung zu verstehen. (10^m) 5^s heißt demnach „am Fernrohr war der Schweif 10 Minuten, dem freien Auge aber nur 5 Secunden sichtbar".

Col. 10. D = Detonation oder hörbare Explosion des Meteores; durch ein * angedeutet.

Col. 11. Ort der Beobachtung.

Col. 12. Name des Beobachters; diesen unterdrücke ich nie, theils weil er zur Beurtheilung des Credits der Beobachtung wichtig ist, theils aus Erkenntlichkeit gegen Alle, welche in dieser Richtung der Wissenschaft nützen.

Diese 12 Abtheilungen habe ich für den vorliegenden Fall gewählt. Für den einstigen Katalog, wie er in Zukunft bei allseits vermehrter Cultur der Beobachter nöthig sein wird, ist noch beizufügen:

Col. 13. Anfang der scheinbaren Bahn.

Col. 14. Ende der scheinbaren Bahn, nach gerader Aufsteigung und Abweichung.

Col. 15. Radiationspunkt, welchem das Meteor angehört.

Col. 16. Fall von Stein, Eisen oder anderen Massen.

Col. 17. Anfang und Ende, Höhe der Bahn, und Geschwindigkeit, in Meilen ausgedrückt.

Ich gebe zunächst solches Schema bloß nach eigenen Beobachtungen, wobei die Columen für die Höhen und für die herabgefallenen Massen ausgelassen werden. Die übliche Bezeichnung der Bahn ist folgende:

Anfang: ($\alpha = 16^\circ \delta = +33^\circ$) Ende: ($\alpha = 2^\circ \delta = +11$) Radiation $= P^1 A^{10}$.

α und δ bedeuten: Gerade Aufsteigung und Abweichung; doch wird α und δ nicht mit hingesetzt. P^1 und A^{10} bezeichnen die wahrscheinlichen Radiations- oder Divergenzpunkte, nach den Buchstaben, wie sie bis jetzt von Heis, Greg und mir angewandt wurden.

Nr.	Jahr	Tag	Stunde	R	F	dm	S	ds	D	Bahn		Radiat.	Ort der Beobachtung	Beobachter
										Anfang	Ende			
1	1842	Oct. 18.	$7^h 46^m$	II	grün	.	.	.	.	321°5 — 9°	297° —26°5	ι	Hamburg	J. Schmidt
2	1843	Sept. 21.	7 35	II	roth	9ˢ	*	5ˢ	.	330 — 4	235 +13	$\iota'\eta$	„	„
3	1845	Aug. 9.	11 55	II	grün	.	.	.	.	233 + 1	223·2+ 8	η	Bilk	„
4	1849	Nov. 19.	7 30	II	„	1	*	12	.	215 +61·7	224·7+59	M^4	Bonn	„
5	1853	März 9.	13 20	III	roth	0·5	*	26	.	265 +67	255 +52	N^{14}	Olmütz	„
6	1858	Aug. 10.	12 4	IV	gelb	.	.	.	.	16 +33	2 +11	$P^1 A^{10}$	Dresden	„
7	1863	Oct. 18.	14 55	I	grün	21	*	(10ᵐ)20ˢ	*	85 —31	355 —14	Ω_1	Athen	„
8	1866	Nov. 13.	16 18	I	„	1·7	*	51ᵐ	.	175 +40	230 +52	L	„	„

Man kann den Katalog auf 15 Colonnen beschränken, wenn man unter D die Stein- oder Eisenfälle (durch irgend ein Zeichen) mit aufnimmt, oder diese Fälle unter die Anmerkungen bringt, eben so wie die Anfangs- und Endhöhen und Geschwindigkeiten (in Meilen ausgedrückt), wie solche in nicht zahlreichen Beispielen vorkommen. Um sogleich zu erkennen, wo Anmerkungen beigefügt sind, erhält die laufende Nummer einen *.

Katalog der Meteore von 1842—1867.

Nr.	Jahr	Tag	Stunde	B	F	dm	S	ds	D	Ort der Beobachtung	Beobachter
1*	1842	Jänner 29.	Abd.	I	.	.	.	.	.	Eutin	Dr. Roth
2*	1842	Februar 28.	Abd.	II	.	.	.	.	.	Ratzeburg	A. Claudius
3	1842	Juli 31.	$10^h 15^m$	III	grünblau	3°	•	10°	.	Hamburg	J. Schmidt
4	1842	August 9.	9 50	IV	grün	.	•	7	.	„	„
5	1842	October 18.	7 66	III	roth, grün	.	.	.	.	„	„
6	1842	November 1.	8 30	III	gelb	10	•	7	.	„	„
7	1843	März 20.	7 10	III	„	.	.	.	.	„	„
8	1843	April 15.	9 56	IV	.	.	.	.	.	„	„
9	1843	August 3.	9 56	IV	grün	.	.	.	.	„	„
10	1843	„ 4.	10 3	IV	„	.	•	5	.	„	„
11	1843	September 22.	7 35	III	roth	9	•	5	.	„	„
12	1844	Jänner 9.	9 23	IV	grün	.	.	.	.	„	„
13*	1844	Februar 20.	.	I	.	.	.	.	•	Hannover	—
14	1844	Juli 10.	11 12	IV	gelb	.	.	.	.	Hamburg	J. Schmidt
15	1844	August 5.	10 56	III	grün	.	•	.	.	„	„
16	1844	„ 9.	10 15	IV	„	.	•	6	.	„	„
17	1844	„ 9.	10 19	III	gelb	.	•	4	.	„	„
18	1844	„ 10.	12 18	IV	.	.	.	.	.	„	„
19	1844	September 30.	6 35	IV	roth	.	•	.	.	„	C. Bartels
20	1844	October 10.	10 4	IV	grün	.	.	.	.	„	J. Schmidt
21	1844	December 9.	7 38	II	„	.	•	4	.	„	„
22*	1845	Jänner 26.	5 30	I	weiss	7	•	.	.	Flottbeck	Th. Schmidt
23	1845	März 10.	9 0	II	.	.	.	.	.	Hamburg	G. Overbeck
24	1845	August 9.	11 55	II	grün	.	.	.	.	Bilk	J. Schmidt
25	1845	„ 9.	13 29	IV	.	.	.	.	.	„	„
26	1845	September 6.	9 45	III	grün	.	.	.	.	Drachenfels	„
27	1845	October 24.	12 0	II	roth	1	•	3^m	.	Bonn	„
28	1845	November 12.	12 25	III	gelb	.	.	.	.	Eutin	„
29	1846	März 1.	9 40	III	grün	.	.	.	.	Bonn	„
30	1846	„ 21.	9 6	IV	„	.	.	.	.	„	„

	Jahr	Tag		Stunde	R	F	dm	S	ds	D	Ort der Beobachtung	Beobachter
	1846	April	21.	7h	II	.	.	●	.	.	Huatusco	B. Heller
	1846	Juni	19.	Ab.	II	roth	.	.	.	.	Bonn	J. Schmidt
	1846	„	21.	9 30m	II	.	5·5s	●	15m	●	Holzappel	Zachariä
[illegible]	1846	Juli	29.	Nachts	II	.	.	.	.	.	Rheinland	—
35*	1846	„	30.	.	III	.	.	.	.	.	Giessen	—
36*	1846	„	31.	9 30	III	.	.	.	.	.	Altona	—
37*	1846	August	1.	10 30	II	.	.	●	.	.	Grosskreuz a. Main	—
38*	1846	„	5.	11 30	III	.	.	●	.	.	Bonn	—
39	1846	„	10.	10 35	III	roth	.	●	.	.	„	J. Schmidt
40	1846	„	10.	11 37	IV	grün	8	●	.	.	„	„
41*	1846	October	10.	7 30	III	.	.	.	.	.	„	—
42*	1846	„	17.	6 17	I	blau	.	●	.	●	Bonn u. a. O.	Ad. Overweg
43*	1846	November	15.	7 47	II	.	.	.	.	.	Hamburg	Ad. Quirling
44*	1846	„	28.	6	II	.	.	.	.	.	Bonn	Henkel
45*	1846	December	25.	2	I	.	.	.	.	●	Klingenbad	—
46	1847	Mai	9.	10 40	III	gelb	.	.	.	.	Bonn	J. Schmidt
47	1847	„	10.	9 45	III	roth	.	.	.	.	„	„
48*	1847	Juni	2.	10 47	II	.	.	.	.	.	„	C. O. Weber
49	1847	Juli	9.	14 19	IV	grün	.	●	.	.	„	J. Schmidt
50	1847	August	11.	12 43	IV	gelb	.	●	7s	.	„	„
51*	1847	„	14.	8	II	.	.	.	.	.	Rheinland	—
52*	1847	„	26.	8 57	II	roth	.	.	.	.	Bonn	Heinr. Argelander
53*	1847	September	(?)	Ab.	I	.	.	●	.	.	Piräus	C. Wildt
54	1847	October	10.	8 17	III	grün	.	.	.	.	Bonn	J. Schmidt
55	1847	„	29.	6 14	II	roth	.	.	.	.	„	„
56	1847	November	8.	6 44	III	grün	3	.	.	.	„	„
57	1847	„	29.	8 1	III	„	8	●	.	.	„	„
58	1848	Jänner	2.	7 40	III	gelb	.	.	.	.	„	„
59	1848	„	21.	7 26	II	grün	4	●	.	.	„	„
60	1848	„	26.	9 56	IV	„	.	.	.	.	„	„
61*	1848	März	24.	11	II	.	.	.	.	.	Frankfurt a. M.	—
62	1848	Mai	7.	10 25	III	gelbroth	.	●	4	.	Bonn	J. Schmidt
63*	1848	Juli	13.	11 0	II	gelb	.	●	.	.	„	C. O. Weber

64°	1848	Juli	17.	9h 0m	III	grün	.	•	.	.	Bonn	Fr. Argelander
65	1848	„	18.	10 0	IV	„	.	.	.	.	„	J. Schmidt
66	1848	„	23.	11 51	IV	roth	2·5	•	.	.	„	„
67*	1848	„	29.	11 0	II	grün	2·5	•	.	.	„	„
68°	1848	October	6.	8 30	IV	.	.	.	.	.	„	Dr. Brünnow
69	1848	December	11.	11 16	III	.	.	.	.	.	„	J. Schmidt
70	1849	Mai	26.	9 36	IV	roth	2·7	.	.	.	„	„
71	1849	Juli	28.	11 24	IV	grün	.	•	.	.	„	„
72	1849	August	6.	9 11	III	„	.	.	.	.	„	„
73	1849	November	1.	7 0	IV	.	4	.	.	.	„	F. Henzi
74	1849	„	5.	9 19	IV	grün	2	.	.	.	„	J. Schmidt
75*	1849	„	11.	8 58	III	„	1·5	•	.	.	„	„
76*	1849	„	19.	7 30	II	„	1	•	12'	.	„	„
77°	1850	Jänner	8.	15 45	I	roth	.	.	.	•	Rheinland	—
78	1850	Februar	17.	5 28	II	„	.	•	.	.	Bonn	J. Schmidt
79*	1850	„	21.	.	II	.	.	.	.	.	Lüdenscheid	—
80°	1850	„	28.	.	IV	.	.	.	.	•	Meinberg	Schierenberg
81*	1850	Mai	21.	11 57	II	grün	.	•	.	•	Bonn	{ F. Thormann, J. Bartels
82*	1850	Juni	5.	9 51	II	„	.	•	.	.	„	—
83*	1850	August	10.	11 52	II	roth	.	•	16	.	Bonn, Aachen	J. Schmidt, Heis
84*	1850	„	29.	10	I	„	.	•	.	•	Nauplia	Logothetis
85*	1850	October	6.	7 12	II	weiss	.	•	.	.	Bonn	Ph. Wessel
86	1850	„	24.	8 40	III	grün	1·5	.	.	.	„	Fearnley
87	1850	December	13.	8 30	III	.	.	.	.	.	„	J. Schmidt
88	1851	Jänner	8.	8 79	II	roth	.	.	.	.	„	„
89*	1851	„	11.	4 15	II	weingelb	.	.	.	.	Meinberg	Schierenberg
90*	1851	„	19.	.	II	.	.	.	.	.	Eutin	—
91*	1851	„	22.	8 39	II	roth	.	.	.	.	Bonn	Heinr. Argelander
92	1851	„	30.	8	IV	.	.	.	.	.	„	Fearnley
93*	1851	Februar	22.	7 30	I	roth	.	.	.	•	„	J. Schmidt
94*	1851	April	17.	8	I	.	.	•	.	•	Gütersloh	Schierenberg
95	1851	August	9.	11 22	III	grün	.	.	.	.	Königsberg	J. Schmidt
96*	1851	„	14.	11 30	II	.	.	•	.	.	Melfi	—
97*	1851	„	16.	.	II	.	.	.	.	.	Rastenburg	Billerbeek

Nr.	Jahr	Tag		Stunde	R	F	dm	S	ds	D	Ort der Beobachtung	Beobachter
98*	1851	August	26.	8ʰ 30ᵐ	II	roth	.	.	.	.	Grieskirchen	J. Pautzenberger
99	1851	September	8.	16	IV	.	.	.	.	.	Bonn	J. Schmidt
100	1851	October	4.	9	IV	weiss	.	.	.	.	Rastenburg	Billerbeck
101	1851	December	22.	7 42	III	gelb	.	.	.	.	Bonn	J. Bartels
102	1852	Jänner	6.	18 38	III	.	.	.	.	.	Rastenburg	Billerbeck
103°	1852	Mai	11.	8 22	II	weiss	6°	•	.	.	Frankfurt a. M.	—
104	1852	Juni	8.	9 52	II	roth	.	•	.	.	Rastenburg	Billerbeck
105*	1852	October	16.	Abd.	II	.	.	.	.	.	Eutin	—
106*	1852	November	3.	7 35	III	gelb	10	•	.	.	Höxter	—
107	1852	„	13.	6 12	III	.	.	.	.	.	Rastenburg	Billerbeck
108*	1852	„	14.	9	III	weiss	.	•	.	.	Neuenburg	—
109	1852	„	27.	5	IV	grün	1·5	•	.	.	Bonn	J. Schmidt
110	1852	„	27.	10	III	.	.	.	.	.	„	J. Bartels
111	1852	„	27.	14	II	weiss	.	.	.	.	„	—
112*	1852	December	2.	.	I	.	.	.	.	.	bei Jena	—
113	1852	„	11.	15	III	.	.	.	.	.	Bonn	Th. Dickert
114*	1852	„	18.	5	II	.	.	.	.	.	„	C. Specht
115*	1853	Jänner	6.	5 30	II	.	.	•	.	.	Osnabrück	—
116°	1853	„	27.	5	II	grün	.	.	.	.	Süchteln	—
117	1853	Februar	15.	8 30	III	.	.	.	.	.	Bonn	Heinr. Argelander
118	1853	„	26.	6	II	.	.	.	.	.	„	Prof. Plücker
119	1853	März	12.	9 20	IV	grün	2·2	.	.	.	„	J. Schmidt
120	1853	„	19.	9 30	III	gelb	.	.	.	.	„	„
121*	1853	Juni	14.	Nachts	III	.	.	•	.	.	Napa Kiang	G. Jones
122°	1853	Juli	5.	12 15	II	.	.	.	.	.	Chin. See	G. Jones
123	1853	„	27.	10 57	III	grün	1·8	•	.	.	Olmütz	J. Schmidt
124°	1853	August	2.	9	III?	.	.	.	.	.	Pisa	—
125	1853	„	5.	8 52	III	.	4	.	.	.	Bonn	J. Bartels
126	1853	„	9.	12 26	IV	roth	1	•	3°	.	Olmütz	J. Schmidt
127	1853	„	9.	13 20	III	„	0·5	•	26	.	„	„
128*	1853	„	10.	9 45	.	.	.	.	.	.	Schweiz	—
129*	1853	October	26.	14	II	.	.	•	10ᵐ	.	Massow	—
130*	1853	„	28.	.	.	.	.	.	.	.	Holland	—

131*	1853	December 21.	7h	I	roth	.	.	.	•	Olmütz	J. Schmidt / A. v. Berziewicz
132*	1854	Jänner 3.	13	I	.	.	•	.	.	Weis	—
133*	1854	Februar 3.	11	II	.	.	•	.	.	bei Stromboli	A. G. Carus
134*	1854	März 1.	7	II	weissgelb	.	.	.	•	Aargau	--
135	1854	April 21.	10 2m	II	.	.	.	.	.	Semlin	A. v. Berziewicz
136*	1854	August 24.	4	I	.	.	.	.	.	Blansko	Höchstmann
137*	1854	October 5.	Ab.	II	.	.	.	.	.	am Vesuv	Palmieri
138*	1854	November 2.	Nachts	I	.	.	.	.	.	Kronstadt	—
139*	1854	„ 16.	23	I	roth	.	•	.	•	Hamburg	—
140*	1854	December 2.	.	I	.	.	.	.	•	Lemberg	—
141*	1855	März 22.	15	III	.	.	.	.	.	Zante	Barbiani
142*	1855	„ 27.	9 45	II	.	.	.	.	.	Thurgau	—
143	1855	April 14.	9	III	gelb	.	.	.	.	Neapel	J. Schmidt
144*	1855	Mai 3.	7 49	II	grün	.	•	.	.	am Vesuv	„
145*	1855	Juli 17.	9 30	III	.	.	.	.	.	Laibach	—
146*	1855	„ 24.	15 15	III	.	.	.	.	.	Lyon	—
147*	1855	August 6.	9	III	.	.	.	.	.	Laibach	—
148	1855	„ 10.	11 58	IV	gelb	0'7	•	6'	.	Olmütz	J. Schmidt
149	1855	„ 24.	8 45	III	„	2	.	.	.	„	„
150*	1855	October 7.	.	I	.	.	.	.	•	Stavropel	—
151	1855	December 13.	11 30	I	.	.	.	.	.	Olmütz	—
152*	1855	„ 14.	4 44	IV	.	.	.	.	.	Oxford	A. Quirling
153*	1856	Jänner 11.	17	.	.	.	.	.	.	Arau	—
154	1856	„ 28.	11 30	III	.	.	.	.	.	Olmütz u. a. O.	—
155*	1856	Februar 21.	.	.	.	.	.	.	.	Söderköping	—
156*	1856	Mai (?) 25.	.	II	.	.	.	.	.	Petersburg	—
157*	1856	Juni 30.	8 30	III	weiss	3	.	.	.	Hochwald	v. Unkrechtsberg
158	1856	August 9.	10 5	II	rothgelb	1	•	11	.	Olmütz	J. Schmidt
159	1856	„ 9.	10 25	IV	grün	0·75	.	.	.	„	„
160	1856	„ 9.	10 45	II	„	7	•	.	.	„	„
161*	1856	October 5.	0	.	.	.	.	.	•	Böhmen	Trusca
162*	1856	„ 18.	.	III	.	.	.	.	.	Olmütz	H. Glos
163*	1856	„ 19.	8 15	.	.	.	.	.	.	Triest	—
164	1856	„ 22.	.	IV	roth	.	.	.	.	Olmütz	H. Glos

Nr.	Jahr	Tag	Stunde	R	F	dm	S	ds	D	Ort der Beobachtung	Beobachter
165	1856	October 29.	10h 45m	IV	.	.	•	.	.	Olmütz	H. Glos
166*	1856	November 15.	.	.	.	.	.	.	.	Troppau	—
167	1856	December 1.	12 15	III	.	.	•	.	.	Olmütz	—
168	1856	„ 14.	9 45	II	.	.	.	.	.	„	—
169	1856	„ 27.	10 15	.	.	.	.	.	.	„	—
170*	1857	Februar 16.	3 30	I	.	.	.	.	•	Holland	—
171	1857	„ 17.	15 7	I	gelb	4'	.	.	•	Olmütz	J. Pautzenberger
172*	1857	März 24.	8	II	.	.	.	.	.	Smyrna	Gonzenbach
173*	1857	„ 29.	.	I	.	.	.	.	•	Böhmen	—
174	1857	April 19.	10	III	grün	.	•	.	.	Olmütz	J. Schmidt
175	1857	Mai 18.	17 30	II	.	.	.	.	.	„	Belrupt
176	1857	Juni 6.	9	II	.	5	•	.	.	bei Olmütz	Strobel
177	1857	„ 8.	9	III	grün	.	.	.	.	Wien	J. Schmidt
178	1857	August 15.	7 30	II	„	.	•	.	.	Olmütz, Auspitz	Pautzenberger, J. Machanek
179	1857	September 3.	8	III	.	.	.	.	.	Wimpassing	H. Glos
180	1857	„ 9.	10	III	weißgelb	.	•	.	.	Olmütz, Wimpassing	Frank, v. Kobbe
181	1857	„ 13.	8 47	II	.	.	.	.	.	Wimpassing	H. Glos
182	1857	„ 20.	8 30	III	roth	.	•	.	.	Neutitschein	H. Hölzel
183	1857	October 7.	7 8	II	.	.	•	.	.	Wsisko bei Olmütz	Mader
184	1857	„ 15.	.	IV	gelb	.	.	.	.	Olmütz	J. Schmidt
185*	1857	„ 23.	8	III	.	.	.	.	.	„	Strobel
186*	1857	„ 23.	12 45	IV	.	.	.	.	.	Cassel	—
187	1857	November 6.	8 45	III	.	.	.	.	.	Olmütz	—
188*	1857	„ 21.	7 15	III	.	.	.	.	.	Pest	—
189*	1857	December 18.	6	II	grün	.	•	.	•	Sage (Oldenburg)	H. v. Kobbe
190*	1858	Jänner 15.	8 30	II	roth	.	.	.	.	Troppau	—
191*	1858	„ 15.	15	II	.	.	.	.	.	Navoina	—
192	1858	„ 20.	5 36	I	roth	.	•	.	.	Olmütz	Höchstmann
193*	1858	„ 22.	7	II	„	.	.	.	.	Gömörer Com.	—
194*	1858	„ 23.	8	.	.	.	•	.	.	Menyhaza	—
195	1858	Februar 1.	7 30	IV	.	.	.	.	.	Neutitschein	H. Hölzel

196	1858	Juni	10.	$10^h 28^m$	III	roth, grün	4·5	•	.	.	Pohl (Mähren)	J. Schmidt
197*	1858	August	4.	10 30	I	roth	.	•	.	.	Eutin	Packendorf
198*	1858	„	5.	9 45	II	.	.	.	.	.	Oxford	—
199	1858	„	7.	12 27	III	grün	.	•	.	.	Leipzig	J. Schmidt
200	1858	„	9.	Ab.	III	.	.	.	.	.	Olmütz	—
201*	1858	„	10.	10 30	II	.	.	.	.	.	„	Machalsky
202	1858	„	10.	12 4	IV	.	.	.	.	.	Dresden	J. Schmidt
203	1858	„	16.	11 41	IV	rothgelb	2	•	.	.	Olmütz	„
204	1858	September	2.	8 45	III	grün	.	.	.	.	bei Wien	„
205	1858	„	30.	5 42	IV	.	.	.	.	.	Wien	„
206	1858	November	3.	Ab.	IV	.	.	.	.	.	„	Lukas
207*	1858	„	12.	9 30	II	.	.	.	.	.	Oxford	—
208*	1859	Jänner	4.	16	I	.	.	.	.	.	Holstein	Sach
209	1859	„	31.	6	IV	.	.	.	.	.	Athen	J. Schmidt
210	1859	Februar	6.	10	IV	.	.	.	.	.	„	C. Wilberg
211	1859	„	9.	9 45	III	.	.	.	.	.	„	J. Schmidt
212	1859	„	18.	Ab.	IV	.	.	.	.	.	„	—
213	1859	Mai	23.	10 35	III	.	.	.	.	.	„	J. Schmidt
214	1859	Juni	4.	9 34	II	grün	2·5	•	.	.	„	-
215*	1859	„	26.	8	II	.	.	.	.	.	„	Rhoussopulos
216	1859	Juli	1.	8 32	III	gelb	.	.	.	.	„	J. Schmidt
217	1859	„	8.	Ab.	III	.	.	.	.	.	„	„
218	1859	„	8.	Ab.	III	.	.	.	.	.	„	„
219	1859	„	20.	9 14	III	roth	.	•	.	.	„	„
220	1859	„	24.	9 58	IV	.	.	•	.	.	„	„
221	1859	„	27.	10 15	II	grün	12	•	.	.	„	„
222	1859	August	2.	12 41	III	roth	.	•	40^s	.	„	„
223	1859	„	2.	14 36	III	grün	.	•	.	.	„	„
224	1859	„	9.	14 56	IV	roth	.	•	$(3^m 40^s)$	.	„	„
225*	1859	October	9.	5 30	II	.	.	•	.	.	„	Militzer
226	1859	„	18.	9 37	IV	.	.	•	$(6^m)\ 3^s$	.	„	J. Schmidt
227	1859	„	27.	9 32	III	gelb	.	•	(5^m)	.	„	„
228	1859	„	28.	6	III	.	.	.	.	.	„	Hager
229	1859	November	2.	12 24	II	roth	.	.	.	.	„	J. Schmidt
230	1859	„	3.	14 13	III	.	.	•	0·5	.	„	„

Nr.	Jahr	Tag		Stunde	R	F	dm	S	ds	D	Ort der Beobachtung	Beobachter
231	1859	November	6.	7^h 0^m	II	gelb	.	.	.	.	Athen	J. Schmidt
232	1859	„	6.	7 3	III	grün	.	.	.	.	„	„
233	1859	„	6.	9 0	III	gelb	.	.	.	.	„	„
234*	1859	„	11.	7	.	weissgelb	.	.	.	.	Darmstadt	—
235	1860	Februar	23.	8	IV	.	5^s	.	.	.	Athen	Papadakis
236	1860	„	23.	9 46	III	.	.	•	1^m40^s	.	„	v. Heldreich
237	1860	März	19.	7 8	III	gelb	.	.	.	.	„	J. Schmidt
238*	1860	„	31.	14	III	.	.	•	.	.	in Preussen	—
239	1860	April	29.	7	III	.	.	.	.	.	Athen	J. Schmidt
240	1860	Juni	16.	10 54	II	grün	3·75	.	.	.	„	„
241	1860	„	18.	11 30	III	„	.	.	.	.	„	„
242	1860	Juli	26.	8 59	III	.	.	.	.	.	„	„
243	1860	August	7.	8	IV	.	.	.	.	.	„	—
244	1860	„	9.	10 5	III	grün	.	.	.	.	„	J. Schmidt
245	1860	„	10.	9 32	III	roth	.	•	5^s (45^s)	.	„	„
246	1860	„	12.	11 45	III	grün	4·5	.	.	.	„	„
247*	1860	„	13.	17	III	weiß	.	.	.	.	„	C. Wilberg
248	1860	„	27.	.	III	.	.	.	.	.	„	J. Schmidt
249	1860	October	2.	10	III	grün	.	•	.	.	„	„
250	1860	„	22.	9 4	III	„	.	.	.	.	„	„
251	1860	„	25.	9 54	IV	„	.	.	.	.	Pikermi	„
252*	1860	„	29.	7	III	.	.	.	.	.	Kundura (Kithäron)	Fr. Bremer
253	1860	December	23.	9 15	II	.	.	.	.	•	Piräus	Dr. Reinhold
254*	1861	April	5.	9 10	II	.	.	.	.	.	Coblenz	—
255	1861	Mai	12.	15	III	grün	3	.	.	.	Zante	J. Schmidt
256	1861	Juni	21.	9 54	IV	gelb	.	•	.	.	Athen	„
257	1861	„	30.	9 10	III	.	.	•	.	.	„	„
258	1861	„	30.	12 40	II	grünblau	2	.	.	.	„	„
259	1861	Juli	12.	9 37	II	grüngelb	2	•	.	.	„	„
260	1861	„	17.	13 59	III	rothgelb	3	.	.	.	„	„
261	1861	August	6.	13 30	III	.	.	•	.	.	„	„
262	1861	„	9.	13 38	III	.	.	•	8	.	„	„

263	1861	August	10.	13ʰ 7ᵐ	III	roth	.	•	.	.	Athen	J. Schmidt
264	1861	„	10.	15 10	III	.	.	•	(50°)	.	„	„
265	1861	September	1.	11 20	II	grün	.	•	.	.	„	„
266	1861	„	4.	9	III	„	.	•	.	.	„	„
267	1861	„	7.	11 15	III	„	.	.	.	.	„	„
268	1861	„	27.	6 30	II	roth	.	•	.	.	„	A. Wurlisch
269*	1861	October	31.	5 30	I	.	.	.	.	.	Dara (Arkadien)	—
270	1861	November	11.	16 16	II	roth	.	.	.	.	Athen	J. Schmidt
271	1861	„	11.	16 37	III	grün	.	.	.	.	„	„
272	1861	December	24.	16 13	III	.	.	.	.	.	„	„
273*	1862	Februar	18.	6 2	II	.	.	.	.	.	Algier	—
274	1862	März	31.	8 44	II	grün	.	•	.	.	Athen	J. Schmidt
275*	1862	April	2.	11 10	.	.	.	.	.	.	Wien	—
276	1862	„	23.	10 3	I	grün	.	•	(30ᵐ)10°	•?	Athen	J. Schmidt
277	1862	„	28.	7 23	III	„	.	.	.	.	„	„
278	1862	Mai	16.	8 29	II	„	.	.	.	.	„	„
279	1862	„	21.	7 55	I	.	12°	.	.	.	„	J. Wurlisch
280	1862	„	21.	9 3	II	grün	7	•	.	.	„	J. Schmidt
281	1862	Juni	29.	16	II	„	.	.	.	.	„	Leutwein
282	1862	Juli	5.	10 15	II	.	3·5	.	.	.	Wien	Edm. Weiss
283	1862	„	13.	9	III	weiß	.	.	.	.	Athen	F. Hager
284*	1862	„	16.	.	II	.	.	.	.	.	auf See	Capt. Jacob
285*	1862	„	20.	7	I	weißgrün	.	.	.	.	Athen	A. Wurlisch
286	1862	August	5.	13	III	gelb	.	.	.	.	„	F. Hager
287	1862	„	9.	10 18	III	.	.	.	.	.	„	J. Schmidt
288	1862	„	11.	9 38	III	roth	.	.	.	.	„	„
289	1862	„	13.	8 39	III	.	.	•	.	.	„	F. Eckardt
290	1862	„	14.	7 30	II	gelb	.	.	.	.	„	Achleitner
291*	1862	„	16.	16 15	I	.	.	.	.	•	Arkadien	P. Palamides
292	1862	„	24.	10	III	grün	.	.	.	.	Athen	J. Schmidt
293	1862	September	16.	7 30	II	rothgelb	.	.	.	.	„	A. Wurlisch
294	1862	„	17.	7 15	III	.	.	.	.	.	„	—
295	1862	„	17.	7 45	III	.	.	.	.	.	„	--
296*	1862	„	25.	6 30	II	.	.	.	.	.	Oxford	—
297	1862	„	26.	10 7	III	roth	.	•	.	.	Athen	J. Schmidt

Nr.	Jahr	Tag	Stunde	R	F	dm	S	ds	D	Ort der Beobachtung	Beobachter
298	1862	October 12.	$6^h 15^m$	I	roth	.	.	.	.	Athen	A. Wurlisch
299	1862	„ 24.	7 30	II	.	.	.	.	.	bei Olmütz	—
300*	1862	„ 26.	8 52	.	.	.	.	.	.	Wien	—
301	1862	November 13.	8 20	IV	.	.	.	.	.	„	Frischauf
302*	1862	December Anf.	Früh	II	.	.	.	.	.	„	—
303*	1862	„ 3.	8 50	II	weißblau	.	.	.	.	„	Fritsch
304*	1862	„ 27.	6 15	II	.	:	.	.	.	Raab	—
305	1863	Jänner 8.	5 26	III	grün	.	.	.	.	Wien	J. Schmidt
306*	1863	„ 11.	18	II	.	5°	•	.	•	Washington	—
307*	1863	Februar 26.	6	II	blau	15	.	.	.	Genf	Wartmann
308*	1863	März 23.	8 45	II	.	.	.	.	.	Pillichsdorf b. Wien	Schuler
309*	1863	April 3.	12	II	.	5	•	.	.	Washington	—
310*	1863	Mai 31.	9	.	.	.	.	.	.	„	—
311	1863	Juni 4.	9 48	III	.	.	.	.	.	Wien	Wibiral
312*	1863	„ 6.	9 55	I	.	.	.	.	.	Oxford	—
313	1863	Juli 6.	10	II	.	.	.	.	.	„	—
314*	1863	August 10.	10 27	III	roth	.	.	.	.	bei Paxi	J. Schmidt
315	1863	„ 10.	14 2	III	.	.	.	.	.	bei Ithaka	„
316	1863	„ 10.	13 22	III	.	.	•	20°	.	„	„
317	1863	„ 10.	13 34	III	.	.	•	15	.	„	„
318	1863	„ 10.	15 37	II	.	.	.	.	.	„	„
319	1863	„ 21.	10 35	I	grün	1·5	•	(5m)10	.	Athen	„
320*	1863	September 6.	11	III	.	.	•	.	.	Kosten	—
321*	1863	„ 7.	7 30	II	.	.	.	.	.	Ungarn	—
322*	1863	„ 10.	8 15	II	.	.	.	.	.	Oxford	—
323	1863	„ 12.	8 40	III	grün	1	•	3m50° (90m)	.	Athen	J. Schmidt
324	1863	„ 13.	9 20	II	.	.	.	.	.	„	C. Wilberg
325	1863	„ 18.	7 56	II	grün	.	•	.	.	„	J. Schmidt
326	1863	„ 28.	9 30	IV	„	.	.	.	.	„	„
327	1863	„ 30.	8 30	III	„	.	.	.	.	„	„
328	1863	October 1.	6 52	II	grün roth	7·5	•	.	.	„	A. Wurlisch

329*	1863	October	18.	14h 55m	I	grün	21°	•	(10m) 20°	•	Athen	J. Schmidt
330	1863	„	28.	15 47	III	rothgelb	.	.	.	.	„	F. Eckardt
331	1863	November	6.	8 19	II	gelb	.	.	.	.	„	J. Schmidt
332	1863	„	6.	5 42	III	grün	1·5	•	(7m) 20°	.	„	„
333*	1863	„	9.	9 23	II	.	20	.	.	.	Oxford	—
334	1863	„	12.	16	II	grün	.	.	.	.	Athen	G. Stougios
335*	1863	„	13.	11 8	II	.	.	•	.	.	Washington	Springer
336	1863	„	13.	12 6	III	gelbroth	2	•	1·5	.	Athen	J. Schmidt
337	1863	„	13.	13 32	III	grün	.	•	(5m) 30°	.	„	„
338	1863	„	13.	13 38	II	roth	1·5	•	{1m 10° (5m)}	.	„	„
339	1863	„	13.	14 2	III	grün	.	•	(8m) 15°	.	„	„
340	1863	„	13.	15 5	III	„	.	•	{13m (30m)}	.	„	„
341	1863	„	13.	15 38	II	roth	1·5	•	{11m (25m)}	.	„	„
342	1863	„	13.	16 47	II	„	.	•	{4m (9m)}	.	„	„
343	1863	December	8.	11 45	II	.	.	.	.	.	„	Iph. Kokides
344	1863	„	11.	12 15	III	.	.	.	.	.	Washington	—
345	1863	„	22	5 54	II	roth	.	.	.	.	Athen	A. Wurlisch
346	1863	„	28.	6 9	II	gelb	.	.	.	.	„	„
347	1864	Februar	9.	11 40	III	grünblau	.	•	.	.	Syra	J. Schmidt
348	1864	„	10.	6 37	II	gelb	4	.	.	.	bei Stromboli	Th. Fournier
349*	1864	Mai	12.	12	I	.	.	•	.	.	bei Psará	Athanaskewitsch
350	1864	Juni	27.	8 25	III	.	3	.	.	.	Athen	F. Wiener
351	1864	„	27.	9 30	III	grün	2	•	.	.	„	A. Wurlisch
352	1864	Juli	1.	8	IV	gelb	.	.	.	.	„	„
353	1864	„	2.	8 5	II	.	.	.	.	.	Kumi (Euböa)	B. Wurlisch
354	1864	„	3.	8 30	III	.	.	.	.	.	Athen	T. Hansen
355	1864	„	16.	7 58	III	gelb	.	.	.	.	„	J. Schmidt
356	1864	„	16.	8 55	III	weiß	.	.	.	.	„	„
357	1864	„	17.	9 26	III	gelb	.	.	.	.	„	„
358	1864	„	26.	8 25	III	grün	.	.	.	.	Kephissia	„
359	1864	„	26.	10 29	III	gelb	.	.	.	.	„	„

Nr.	Jahr	Tag		Stunde	B	F	dm	S	ds	D	Ort der Beobachtung	Beobachter
360	1864	Juli	28.	$10^h 20^m$	III	grün	3^s	•	3^s	.	Kephissia	J. Schmidt
361	1864	„	29.	11 23	III	„	.	•	(3^m) 3^s	.	„	„
362	1864	„	29.	11 29	IV	„	.	.	.	.	„	„
363	1864	August	1.	9 15	III	.	.	.	.	.	Piräus	D. Kokides
364	1864	„	2.	8 30	III	roth	.	•	(3^m) 3^s	.	Kephissia	J. Schmidt
365	1864	„	2.	12 30	II	grün	.	•	(10^m5) 4^s	.	„	„
366	1864	„	6.	8 48	III	roth	.	.	.	.	Athen	F. Wiener
367	1864	„	8.	7 41	III	gelb	.	.	.	.	„	J. Schmidt
368	1864	„	9.	8 12	II	roth	.	.	.	.	Kephissia	„
369	1864	„	9.	10 24	III	gelb	.	.	.	.	„	„
370*	1864	„	10.	6 41	I	weißgelb	3	•	(16^m)	•	Athen — Milos	C. Wilberg D. Kokides
371	1864	„	10.	11 58	II	grün	0·7	•	2^s	.	Kephissia	J. Schmidt
372	1864	„	15.	7 54	III	„	.	.	.	.	„	„
373	1864	„	17.	10 30	II	.	.	.	.	.	Athen	Paggelos
374	1864	„	22.	8 12	III	roth	.	.	.	.	Kephissia	J. Schmidt
375	1864	„	22.	9 8	II	grün	.	•	(9^m) 3^s	.	„	„
376	1864	„	24.	9 15	IV	gelb	.	.	.	.	Athen	F. Wiener
377	1864	„	28.	7 31	III	„	.	.	.	.	„	S. Schmidt
378	1864	„	30.	9 44	II	grün	.	.	.	.	„	„
379	1864	„	31.	9 5	III	„	.	•	3^s (30^s)	.	„	„
380	1864	„	31.	10	II	.	.	.	.	.	Kephissia	C. Wildt
381	1864	September	3.	9 52	III	grün	1·5	.	.	.	Athen	J. Schmidt
382	1864	„	4.	8	III	„	1	.	.	.	„	F. Wiener
383	1864	„	6.	9 9	II	„	.	.	.	.	„	J. Schmidt
384*	1864	„	20.	16 4	I	.	.	•	10^m	.	Attika, Morea	Cypriano
385	1864	„	22.	9 6	III	roth	.	.	.	.	Athen	J. Schmidt
386	1864	October	1.	9 58	III	weiß	.	•	.	.	„	F. Wiener
387	1864	„	8.	9 40	IV	gelb	1·5	.	.	.	„	J. Schmidt
388	1864	„	21.	6	III	roth grün	.	.	.	.	„	P. Hager
389	1864	„	21.	10 15	III	gelb	.	.	.	.	„	J. Schmidt

390	1864	October	22.	$12^h\ 55^m$	IV	gelb	0·75	•	1^s	.	Athen	J. Schmidt
391	1864	„	22.	13 27	III	„	0·6	•	1	.	„	„
392	1864	„	23.	11 39	IV	gelbroth	0·5	.	.	.	„	„
393	1864	„	27.	10 41	III	weiß	.	•	.	.	„	F. Wiener
394	1864	November	19.	6 16	III	grün	1	.	.	.	„	J. Schmidt
395	1864	„	23.	11 39	IV	roth	0·5	.	.	.	„	„
396*	1865	März	30.	8 15	.	.	.	.	.	.	Tirol	—
397	1865	April	12.	9 6	II	.	.	•	.	.	Palermo	—
398	1865	Mai	24.	10 33	III	.	.	.	.	.	Athen	F. Wiener
399	1865	„	27.	9 45	III	.	1	•	12	.	„	„
400	1865	„	29.	8 19	III	weiß	.	.	.	.	„	„
401	1865	Juni	30.	9 0	III	roth	0·5	.	.	.	„	J. Schmidt
402	1865	„	30.	15 30	II	grün	.	.	.	.	„	Campanas
403	1865	Juli	13.	10 33	III	weiß	1·5	.	.	.	„	A. Wurlisch
404	1865	„	14.	8 45	III	.	.	.	.	.	„	F. Wiener
405	1865	„	14.	9 35	III	weiß	.	.	.	.	„	„
406	1865	„	14.	9 45	III	„	.	.	.	.	„	„
407	1865	„	17.	9 32	IV	roth	2	.	.	.	„	J. Schmidt
408	1865	„	19.	10	III	„	1	.	.	.	Navarin	Hager
409	1865	„	20.	9 5	III	weiß	2	.	.	.	Athen	F. Wiener
410	1865	„	24.	9 15	II	.	.	•	30	.	„	Busakis
411	1865	„	25.	11 12	II	gelb	0·5	•	$3^m\ 20^s$ (10^m)	.	„	J. Schmidt
412	1865	„	26.	9 0	III	weingelb	.	•	.	.	„	D. Kokides
413	1865	„	26.	11 30	II	.	.	.	.	.	„	—
414	1865	„	26.	14 16	III	gelb	1	•	1	.	„	J. Schmidt
415	1865	„	27.	11 9	II	„	0·8	•	$2^m\ 30^s$ (21^m)	.	„	„
416	1865	„	28.	8 20	II	„	.	.	.	.	„	F. Wiener
417	1865	„	28.	10 57	III	weingelb	4	•	.	.	„	„
418	1865	„	28.	11 30	II	grün	1	•	2	.	„	J. Schmidt
419	1865	„	30.	10 45	IV	weiß	2	•	.	.	„	D. Kokides
420	1865	„	30.	11 56	II	gelb	.	.	.	.	„	J. Schmidt
421	1865	„	30.	12 6	III	grün	0·25	.	.	.	„	„
422	1865	„	31.	9 30	III	weiß	2	•	.	.	„	F. Hager

Nr.	Jahr	Tag	Stunde	R	F	dm	S	ds	D	Ort der Beobachtung	Beobachter
423	1865	August 1.	$8^h 45^m$	III	weiß	.	.	.	.	Athen	J. Pio
424*	1865	„ 4.	.	.	.	.	.	.	.	Jütland	—
425	1865	„ 6.	8 27	III	roth	1°	•	20°	.	Athen, Kumi	J. Schmidt / B. Wurlisch
426*	1865	„ 6.	9	II	grün	.	•	.	.	Athen	J. Ginsberger
427	1865	„ 7.	9	III	.	.	.	.	.	„	Beck
428	1865	„ 7.	10 15	III	roth	.	•	.	.	„	A. Wurlisch
429	1865	„ 12.	9	III	„	1	•	.	.	„	D. Kokides
430	1865	„ 16.	9 45	III	rothgelb	2	.	.	.	„	F. Wiener
431	1865	„ 16.	9 55	III	weiß	.	.	.	.	„	„
432	1865	„ 18.	8 33	III	gelb	1	•	.	.	„	„
433	1865	„ 20.	8 50	II	.	.	•	15	.	„	J. Ginsberger
434	1865	„ 24.	7 55	IV	roth	2	•	2	.	Kephissia	J. Schmidt
435	1865	„ 25.	8 20	III	weingelb	2	•	.	.	Athen	F. Wiener
436	1865	„ 25.	7 35	III	grün	6	•	2	.	„	D. Kokides
437	1865	„ 27.	9 50	III	weingelb	1·5	.	.	.	„	A. Wurlisch
438	1865	September 12.	9 34	II	grün	0·7	•	0·2	.	„	J. Schmidt
439	1865	„ 21.	6 58	IV	weiß	.	.	.	.	„	„
440	1865	„ 25.	9 50	III	„	2	•	2	.	„	F. Wiener
441*	1865	October Anf.	8 40	II	.	.	•	.	.	Frütigen	—
442	1865	„ 10.	8 40	III	roth	5	•	3	.	Athen	T. v. Heldreich / A. Wurlisch
443	1865	„ 18.	14 54	II	gelbroth	0·3	•	$3^m 20^s$ (16^m)	.	„	J. Schmidt
444	1865	„ 18.	15 2	IV	weiß	0·3	•	0·5	.	„	„
445	1865	„ 19.	10 30	III	„	5	•	5	.	„	F. Wiener
446	1865	„ 23.	10 56	III	gelb	0·3	.	.	.	„	J. Schmidt
447	1865	„ 24.	12 12	II	grün	2	•	1	.	„	„
448	1865	November 6.	8 0	III	weiß	3	•	.	.	„	F. Wiener
449	1865	„ 12.	9 7	IV	grün	1·5	•	.	.	„	J. Schmidt
450	1865	„ 21.	9 21	III	weißgrün	0·7	•	10	.	„	„
451	1865	„ 12.	15 9	III	weiß	0·7	•	.	.	„	„
452*	1865	„ 21.	6 5	II	blau	.	•	.	.	Crawford	W. d. la Rue

453*	1865	November	21.	12h	I	.	.	.	.	.	Langenthal (Bern)	—
454	1865	„	22.	10 8m	III	roth	1·5	.	1s	.	Athen	J. Schmidt
455*	1865	„	27.	10 30	II	{ grün roth }	.	.	.	.	Essen	—
456	1865	December	9.	9 48	IV	weiß	2	.	.	.	Athen	F. Wiener
457	1866	März	30.	9 30	III	.	.	.	.	.	„	C. Wilberg
458	1866	April	23.	7 55	IV	weiß	4	.	.	.	„	F. Wiener
459	1866	Mai	17.	10 17	II	grün	3	.	.	.	„	„
460	1866	„	29.	9 59	IV	„	1·2	.	.	.	„	J. Schmidt
461	1866	Juni	2.	12 45	II	.	1·5	.	.	.	auf See bei Euböa	Bujukas
462	1866	„	29.	10 30	II	weißblau	.	.	.	.	Sounion	v. Heldreich
463	1866	Juli	5.	9 15	III	weiß	2	.	.	.	Athen	F. Wiener
464	1866	„	8.	11 23	III	rothgelb	1	.	0·5	.	„	J. Schmidt
465*	1866	„	9.	9 30	III	roth	.	.	.	.	London	M. Erskine
466	1866	„	17.	10 0	III	weiß	.	.	.	.	Athen	Des Granges
467	1866	„	21.	8 11	I	grün	2·5	.	.	.	„	J. Schmidt
468	1866	„	26.	10 15	III	gelb	1·5	.	.	.	„	A. Wurlisch
469	1866	„	29.	10 2	II	grün	2	.	4	.	„	J. Schmidt
470	1866	August	2.	9 44	III	gelb	.	.	.	.	„	C. Wilberg
471	1866	„	5.	9 30	III	weißgelb	1	.	.	.	„	F. Wiener
472	1866	„	6.	10 23	IV	gelb	1	.	.	.	„	J. Schmidt
473*	1866	„	8.	6 30	I	weißgelb	3	.	.	.	Korfu	C. W. Erskine
474	1866	„	9.	11 48	II	gelbgrün	1·5	.	{ 2m30s (10m5) }	.	Athen	J. Schmidt
475	1866	„	10.	8 44	IV	roth	2	.	2	.	„	„
476	1866	„	10.	10 41	III	„	1	.	.	.	„	A. Wurlisch
477	1866	„	11.	11 26	IV	„	1	.	4	.	„	J. Schmidt
478	1866	„	11.	15 16	IV	grün	1	.	.	.	„	„
479	1866	„	13.	11 17	IV	„	1·5	.	.	.	„	„
480	1866	„	14.	7 40	II	gelbgrün	1·5	.	2	.	„	A. Wurlisch
481	1866	„	14.	8 6	III	weiß	2	.	.	.	Piräus	D. Kokides
482	1866	„	18.	11 8	II	roth	0·5	.	4	.	Athen	J. Schmidt
483*	1866	„	24.	10 75	I	.	.	.	.	.	Südaustralien	—
484	1866	„	30.	7 35	III	weißgelb	2	.	.	.	Athen	{ F. Wiener A. Wurlisch }

Nr.	Jahr	Tag		Stunde	R	F	dm	S	ds	D	Ort der Beobachtung	Beobachter
485	1866	August	31.	8h 15m	III	gelb	2s	.	.	.	Athen	A. Wurlisch
486	1866	September	3.	10 0	III	weiß	3	.	.	.	„	F. Wiener
487	1866	„	7.	15 35	III	gelb	1	•	.	.	„	J. Schmidt
488	1866	„	8.	9 30	IV	.	.	•	.	.	„	—
489	1866	„	9.	9 32	II	grün	2	•	3s	.	„	C. Wilberg, F. Wiener
490	1866	„	16.	9 33	IV	roth	1·5	•	1	.	„	J. Schmidt
491	1866	October	3.	7 45	III	weiß	2	•	.	.	„	F. Wiener
492	1866	„	4.	7 55	III	grün	1	.	.	.	„	„
493	1866	„	6.	7 30	III	gelb	1·5	.	.	.	„	A. Wurlisch
494	1866	„	10.	8 50	III	grün	2	.	.	.	„	F. Wiener
495	1866	„	(?)	10	I	.	.	•	.	.	Syra	Klöbe
496	1866	„	30.	7 50	III	weiß	2	•	.	.	Athen	F. Wiener, Des Granges
497	1866	November	2.	8 32	III	gelb	0·5	•	5	.	„	J. Schmidt
498	1866	„	2.	8 33	II	grün	1	•	10	.	„	„
499	1866	„	7.	9 55	II	weiß	4	.	.	.	„	F. Wiener
500	1866	„	8.	11 45	III	gelb	0·3	•	.	.	„	J. Schmidt
501*	1866	„	13.	7 5	III	„	3	•	.	.	„	J. Ginsberger
502	1866	„	13.	11 30	III	.	.	.	.	.	„	„
503	1866	„	13.	13 10	I	.	.	.	.	.	„	—
504	1866	„	13.	13 30	II	.	.	•	2m	.	„	Heliopulos
505	1866	„	13.	13 50	I	.	.	.	.	.	„	F. Wiener
506	1866	„	13.	16 15	III	gelb	.	.	.	.	„	J. Schmidt
507	1866	„	13.	16 17	III	roth	1	•	10	.	„	„
508	1866	„	13.	16 18	I	gelbgrün	1·7	•	51m	.	„	„
509	1866	„	13.	16 20	III	gelb	.	•	.	.	„	„
510	1866	„	13.	16 20·5	III	„	.	•	.	.	„	„
511	1866	„	13.	16 21	III	„	.	•	.	.	„	„
512	1866	„	13.	16 24	IV	grün	.	•	.	.	„	„
513	1866	„	13.	16 25?	III	gelb	.	•	.	.	„	„
514	1866	„	13.	16 28	III	„	.	•	.	.	„	„
515	1866	„	13.	16 28·5	III	„	.	•	.	.	„	„

516	1866	November	13.	16h 29m	IV	grün	.	.	.	.	Athen	J. Schmidt
517	1866	„	13.	16 30	IV	gelb	.	.	.	.	„	„
518	1866	„	13.	16 31	III	grün	0·5	.	7m	.	„	„
519	1866	„	13.	16 32	III	gelb	.	.	.	.	„	„
520	1866	„	13.	16 36	III	„	.	.	.	.	„	„
521	1866	„	13.	16 40	IV	„	.	.	.	.	„	„
522	1866	„	13.	16 42	III	grün	.	.	.	.	„	„
523	1866	„	13.	16 45	III	„	.	.	.	.	„	„
524	1866	„	13.	16 50	III	„	.	.	.	.	„	„
525	1866	„	13.	16 56	II	„	1	.	13m	.	„	„
526	1866	„	13.	17 0	III	roth	.	.	.	.	„	„
527	1866	„	13.	17 1	III	gelb	.	.	.	.	„	„
528	1866	„	13.	17 5	III	grün	.	.	7m	.	„	„
529	1866	„	13.	17 11	III	„	.	.	.	.	„	„
530	1866	„	13.	17 11·5	III	„	.	.	.	.	„	„
531	1866	„	13.	17 14	III	gelb	.	.	.	.	„	„
532	1866	„	13.	17 15	III	grün	.	.	.	.	„	„
533	1866	„	13.	17 16	III	gelb	.	.	.	.	„	„
534	1866	„	13.	17 20	III	„	.	.	.	.	„	„
535	1866	„	13.	17 21	III	„	.	.	.	.	„	„
536	1866	„	13.	17 22	III	„	.	.	.	.	„	„
537	1866	„	13.	17 24	III	„	.	.	.	.	„	„
538	1866	„	13.	17 43	III	grün	0·2	.	.	.	„	„
539	1866	„	13.	17 51	III	gelb	0·7	.	.	.	„	„
540	1866	„	13.	17 52	IV	„	.	.	.	.	„	„
541	1866	„	13.	17 57	IV	„	.	.	.	.	„	„
542	1866	„	13.	18 7	III	„	.	.	.	.	„	„
543	1866	„	13.	18 28	II	„	.	.	.	.	„	F. Wiener
544	1866	„	13.	18 30	II	„	.	.	.	.	„	„
545*	1866	„	13.	20 7	I	.	.	.	.	.	„	A. Wurlisch
546	1866	„	14.	8	II	grün	.	.	.	.	„	J. Ginsberger
547	1866	„	14.	10 15	I	.	.	.	.	.	„	—
548	1866	December	2.	12 12	IV	gelb	1·5	.	.	.	„	J. Schmidt
549	1866	„	2.	15 30	III	weißgelb	.	.	.	.	„	J. Ginsberger
550	1866	„	8.	16 55	III	weiß	.	.	.	.	„	„

r.	Jahr	Tag		Stunde	B	F	dm	S	ds	D	Ort der Beobachtung	Beobachter
551	1866	December	11.	10ʰ 38ᵐ	VI	gelb	0·7	.	.	.	Athen	J. Schmidt
552	1866	„	12.	7 45	II	weiß	3	•	15ˢ	•	Athen, Kumi, Konstantinopel	F. Wiener, B. Wurlisch, P. Montani
553	1866	„	12.	11 37	IV	grün	1	•	.	.	Athen	J. Schmidt
554	1866	„	12.	11 55	IV	„	1·5	•	.	.	„	„
555	1866	„	12.	11 57	IV	gelb	1·5	•	.	.	„	„
556*	1866	„	12.	10 18	IV	.	.	.	.	.	Irland	—
557*	1866	„	12.	13 14	IV	.	.	.	.	.	„	—
558*	1866	„	12.	15 8	I	.	.	.	.	.	„	—
559	1866	„	27.	6 54	IV	roth	2	•	1	.	Athen	J. Schmidt
560	1866	„	30.	8 30	II	„	2	•	.	.	„	J. Ginsberger
561	1867	Jänner	7.	7 50	IV	grün	3	•	.	.	„	F. Wiener
562	1867	Februar	13.	6 30	II	.	.	.	.	.	„	E. Erskine
563	1867	„	16.	10 21	IV	gelbroth	3·5	•	.	.	„	J. Schmidt
564	1867	„	21.	7 25	IV	weiß	.	.	.	.	„	F. Wiener
565	1867	März	29.	10 2	IV	gelb	1·5	.	.	.	„	J. Schmidt
566	1867	„	30.	10 9	II	grün	2	•	2	.	„	„
567	1867	„	31.	7 30	II	„	5	•	.	.	am See bei Aigion	A. Wurlisch
568	1867	April	26.	9 15	III	roth	3	.	.	.	Athen	„
569	1867	Mai	16.	11 46	I	grün	1	•	2	•	„	J. Schmidt
570	1867	„	25.	9 35	IV	weiß	1	.	.	.	„	F. Wiener
571*	1867	„	26.	14 30	I	roth	.	•	.	•	Attika	—
572	1867	„	28.	13 10	IV	grün	0·5	.	.	.	Athen	J. Schmidt
573	1867	„	30.	8 40	III	weiß	3	.	.	.	„	F. Wiener
574	1867	„	31.	12 24	III	grün	2·5	•	2	.	„	J. Schmidt
575	1867	Juni	1.	8 15	II	.	.	•	.	.	Kumi	B. Wurlisch
576	1867	„	4.	14 23	III	grün	1	•	0·5	.	Athen	J. Schmidt
577	1867	„	27.	8 50	III	weiß	2	.	.	.	„	J. Ginsberger
578	1867	Juli	2.	7 53	II	gelbroth	1·5	•	.	.	„	J. Schmidt
579	1867	„	4.	11 58	II	roth	1	•	(5ᵐ)5ˢ	.	„	„
580	1867	„	6.	9 35	IV	„	4	.	.	.	„	F. Wiener
581	1867	„	8.	9 35	III	weiß	1·5	•	5	.	„	D. Kokides

Col 1	Col 2	Col 3	Col 4	Col 5	Col 6	Col 7	Col 8	Col 9	Col 10	Col 11	Col 12	Col 13
582	1867	Juli	10.	9ʰ 40ᵐ	II	grün	6·5	•	5ˢ	•	Athen	J. Schmidt
583	1867	"	19.	10 13	III	"	2·2	.	.	.	"	"
584	1867	"	23.	9 1	IV	weiß	.	.	.	.	"	F. Wiener
585	1867	"	25.	11 42	IV	grün	0·2	•	.	.	"	J. Schmidt
586	1867	August	2.	11 50	IV	"	1	•	2	.	"	"
587	1867	"	3.	10 30	IV	"	2·7	.	.	.	"	"
588	1867	"	5.	9 45	II	weißgelb	.	.	.	.	"	J. Ginsberger
589	1867	"	5.	15	III	weiß	.	•	.	.	"	"
590	1867	"	8.	15 47	IV	roth	1	•	1·5	.	"	J. Schmidt
581	1867	"	9.	14 59	III	gelb	1	•	1	.	"	"
592	1867	"	9.	15 1	IV	grün	0·7	.	.	.	"	"
593	1867	"	10.	8 25	IV	.	.	.	.	.	"	J. Ginsberger
594	1867	"	10.	10 8	IV	roth	2·5	.	.	.	"	A. Wurlisch
595	1867	"	10.	13 50	III	.	.	.	.	.	"	J. Ginsberger
596	1867	"	10.	14 15	III	.	.	.	.	.	"	"
597	1867	"	10.	15 0	IV	.	.	.	.	.	"	"
598	1867	"	10.	14 23	IV	grün	1	•	(4ᵐ) 10ˢ	.	"	J. Schmidt
599	1867	"	10.	14 51	III	gelb	1	•	(10ᵐ) 10ˢ	.	"	"
600	1867	"	10.	15 15	IV	"	0·5	.	.	.	"	"
601	1867	"	10.	15 32	III	"	0·5	•	.	.	"	"
602	1867	"	11.	8 57	III	.	.	.	.	.	"	Dr. Köhler
603	1867	"	11.	11 14	IV	roth	1	•	.	.	"	J. Schmidt
604	1867	"	11.	15 48	IV	gelb	.	.	.	.	"	"
605	1867	"	23.	10 47	III	gelbgrün	5	•	.	.	"	"
606	1867	"	26.	10 1	IV	"	1	.	.	.	"	"
607	1867	"	29.	8	III	gelb	.	•	.	.	"	J. Ginsberger
608	1867	September	5.	12 14	IV	grün	1·5	•	1	.	"	J. Schmidt

Summen und Mittelwerthe.

Aus dem mitgetheilten Kataloge ergeben sich verschiedene Zahlenverhältnisse von einigem Interesse, wenn auch von ungleichem Werthe, denn er ist, eben weil er gewissermaßen auserwählte Angaben enthält, sehr unvollständig, gibt aber in der Mehrzahl dafür genaue Beobachtungen, und darunter von mir allein 293.

Für den Zeitraum 1842 bis 1867 September Anfang, findet man aus Allen:

Rang	I = 50	weiß	= 61	Schweife	= 257	Mal
„	II = 168	gelb	= 90	Detonation	= 31	„
„	III = 262	roth	= 90			
„	IV = 112	grün	= 157			
		blau	= 2			

Setzt man die Zahl der Meteore ersten Ranges und die Zahl der weißen Meteore = 1, so gab es:

Rang	I = 1·00	weiße	= 1·000
„	II = 3·36	gelbe	= 1·475
„	III = 5·24	rothe	= 1·475
„	IV = 2·24	grüne	= 2·574.

Hier sind also die Angaben vieler Beobachter von sehr ungleicher Übung vereinigt und geben also ein sehr zweifelhaftes Resultat, was namentlich die Rangordnung betrifft, denn diese ist fast nie bestimmt ausgedrückt und ich habe sie nur annähernd aus den Beschreibungen errathen können.

Hält man sich aber lediglich an meine 293 Beobachtungen, so findet man:

Rang	I = 8	weiß	= 31	Schweife	= 162	Mal
„	II = 56	gelb	= 69	Detonation	= 3	„
„	III = 150	roth	= 61			
„	IV = 79	grün	= 131.			

Wird abermals Rang I und die weiße Farbe als Einheit angenommen, so ergibt sich:

Rang	I = 1·00	weiß	= 1·000
„	II = 7·00	gelb	= 2·226
„	III = 18·75	roth	= 1·968
„	IV = 9·85	grün	= 4·226.

Diese Werthe haben jedenfalls eine größere Zuverlässigkeit, welche in Zukunft vermehrt wird, wenn die Angaben von Heis und andern geübten Beobachtern hinzugezogen werden.

Verlassen wir jetzt den so eben besprochenen Katalog und wenden uns zu meinem Hauptkataloge, der, noch nicht veröffentlicht, wohl die meisten bekannt gewordenen Meteore enthält, so finden wir für die 25 Jahre von Anfang 1842 bis Ende 1866 Folgendes:

Rang I = 220	weiß = 117	Schweife = 634 Mal
„ II = 719	gelb = 115	Detonation = 193 „
„ III = 464	roth = 178	Steinfälle = 79 „
„ IV = 148	grün = 202	Eisenfälle = 5 „
	blau = 72	

Da in dem angegebenen Zeitraume mein Hauptkatalog 2058 Meteore enthält, so sieht man, daß unter diesen

509 ohne Bezeichnung der Größe,

1374 „ „ „ Farbe blieben, und daß für

1424 sich über den Schweif keine Angabe findet. Von der Summe 2058 kommen auf Eisenfälle $\frac{1}{411}$, auf Steinfälle $\frac{1}{26}$; Detonationen $\frac{1}{10}$; Schweife $\frac{1}{3}$.

Ob Perioden in der Häufigkeit der Meteore kenntlich seien, die nicht wie bei den August- und Novemberschwärmen von theilweise erkannten Ursachen, sondern mehr von unmittelbarer Einwirkung der Erde (aber nicht von der Attraction) herrühren, ist bis jetzt nicht zu entscheiden. Ich bin seit Langem nicht der Ansicht, daß in der Hauptsache die Atmosphäre es sei, welche das Leuchten der Meteore bedingt; ich habe auch nachgewiesen, daß zufolge der Beobachtungen sich zeigt, wie die glänzendsten Meteore durchschnittlich die größte, die schwächeren aber durchschnittlich die kleinste Entfernung von der Erde hatten.

Das Novemberphänomen fügt sich gut der Annahme eines Stromes in einer elliptischen Bahn von 33 Jahren Umlaufzeit, und es ist kein Widerspruch, wenn einige Jahre vor und nach dem Maximum noch viele Meteore am 13. November gesehen werden, die derselben Radiation des Löwen angehören, da man nur die Hypothese braucht, daß verschiedene Gruppen von Meteoren in derselben Bahn, getrennt durch große Räume, hintereinander herlaufen. Aber alle anderen bis jetzt erkannten periodischen Maxima bieten Schwierigkeiten, namentlich der August, October und December. Es ist aber irrig zu glauben,

daß alsdann jedesmal ein bestimmter Radiationspunkt allein oder vorherrschend auftrete. Das ist nicht der Fall, sondern gleichzeitig sind es 15 bis 20 andere Punkte, welche Meteore aussenden, und so das eine Jahr wie das andere. Es ist ferner irrig, zu glauben, daß aus den Hauptradiationen nur kurze Zeit Meteore ausgesandt werden. Die meisten Punkte senden viele Wochen und Monate Meteore aus, so daß die Hypothese der einfachen Annäherung der Erde an einen Meteorschwarm offenbar nicht ausreicht. Man wird dereinst wohl erkennen, daß die Erde außer der Attraction noch andere Eigenschaften besitzt, und zwar periodisch veränderliche, welche das Leuchten der ihr nahen Meteore bedingen oder begünstigen, daß sich zu allen Zeiten die Erde unter Meteoren bewegt, daß aber die günstigen Bedingungen zum Leuchten nicht immer vorhanden sind. Findet derartiges statt, so wird man auch Perioden von kürzerer und längerer Dauer finden, wenn es Kataloge gibt, deren Reichthum zu denen jener Zeit sich verhält, wie die Zahl der im letzten Jahrhundert notirten Meteore zu der aus dem sechsten oder achten Jahrhundert p. Ch. uns überlieferten. Begreiflicherweise können die bis jetzt aufgestellten Kataloge uns nichts von diesem darbieten, auch nicht der Abschnitt von 1766 bis 1866. Es hat aber ein Interesse zu sehen, wie aus der Häufigkeit der notirten Meteore in den einzelnen Jahrhunderten sich ein Bild der langsam steigenden wissenschaftlichen Cultur ergibt, und deßhalb gebe ich folgende Übersicht nach meinem großen Kataloge.

Jahrhundert			
867— 966	=	34	Meteore
967—1066	=	47	„
1067—1166	=	20	„
1167—1266	=	30	„
1267—1366	=	23	„
1367—1466	=	13	„
1467—1566	=	73	„
1567—1666	=	105	„
1667—1766	=	227	„
1767—1866	=	2879	„

Diese Zahlen reden für sich und geben einen Ausdruck ihrerseits für die geistige Regsamkeit der menschlichen Bestrebungen in der Wissenschaft, während der letzten Tausend Jahre, in welchen nahe dreieinhalbtausend Meteore verzeichnet wurden. Es wäre von

großem Interesse, statistische Zusammenstellungen für noch viele andere Richtungen in der Wissenschaft zu besitzen.

Betrachten wir die letzten 100 Jahre für sich, indem wir nach Dekaden die notirten Meteore ordnen, so findet man:

Jahrhundert			
1767—1776	=	21	Meteore
1777—1786	=	33	„
1787—1796	=	28	„
1797—1806	=	79	„
1807—1816	=	109	„
1817—1826	=	240	„
1827—1836	=	161	„
1837—1846	=	378	„
1847—1856	=	764	„
1857—1866	=	1071	„

Auch diese Werthe stehen in gutem Zusammenhange mit dem raschen Aufblühen der Naturwissenschaft seit dem Ende des vorigen Jahrhunderts. Wenn man von den 4 letzten Dekaden die Meteore abzieht, welche von Colla, Coulvier-Gravier, Heis und mir beobachtet wurden, so würde das Wachsen der Werthe gleichmäßiger und langsamer erscheinen, weil dann, wie in älteren Zeiten meist nur die zufalls notirten Meteore berücksicht waren, nicht aber die Menge jener, welche in Folge planmäßiger vieljähriger Beobachtungen gesehen wurden.

Betrachtet man endlich das letzte Jahrhundert nach vier Abtheilungen von je 25 Jahren, so ergibt sich die folgende Übersicht:

a	=	1767—1791	=	69	Meteore
b	=	1792—1816	=	201	„
c	=	1817—1841	=	556	„
d	=	1842—1866	=	2058	„

Um hier die Zunahme von einem Abschnitte zum andern zu erkennen, so weit sie bloß von der allgemein zunehmenden Aufmerksamkeit der Menschen, von der Vermehrung der Communication und der Druckschriften abhängt, ist es aber nöthig, diejenigen Beobachter auszuschließen, die im letzten Vierteljahrhundert ohne erhebliche Lücken sich planmäßig diesen Beobachtungen widmeten. Ich nehme dafür vorläufig an:

Meteore von Coulvier-Gravier	= 140	wenigstens
„ „ E. Heis	= 69	
„ „ J. Schmidt	= 275	
Zusammen	= 484.	

Dann wird $d = (2058 - 484) = 1574$, und man findet die Zunahme jedes Abschnittes:

$$b = 2 \cdot 91\ a$$
$$c = 2 \cdot 76\ b$$
$$d = 2 \cdot 83\ c$$
$$\text{Mittel} = 2 \cdot 833.$$

Demnach werde man von 1867 bis 1891 in den Katalogen mindestens 4459 Meteore verzeichnet finden, wenn nur die zufällig notirten Erscheinungen gemeint sind. Da sich aber sicher die Zahl der wirklichen Beobachter, namentlich auch in der südlichen Hemisphäre bedeutend vergrößern wird, so kann man darauf rechnen, daß gegen Ende dieses 19. Jahrhunderts 20000 bis 30000 neue Meteore katalogisirt sein werden, und dies hoffentlich besser, das heißt wissenschaftlich brauchbarer als es mit wenigen Ausnahmen bis auf die neueste Zeit herab der Fall gewesen ist.

Athen, 19. September 1867.

Anmerkungen.

Nr. 1. Aus einer mir von Dr. Med. Roth mitgetheilten meteorologischen Handschrift (1849).

„ 2. Mir 1844 von Claudius mitgetheilt. Das Jahr ist vielleicht unsicher.

„ 13. Nach Hamburger wöchentl. Nachr. 1844, Feb. 26. Das Meteor erschien am Tage während eines Schneesturmes.

„ 22. Mir von meinem Bruder bald nachher erzählt. Das Meteor löste drei Stücke von dem elliptischen Hauptkörper ab. Vielleicht war es Jän. 27.

„ 31. In B. Heller's Reisewerk über Mexiko ist von dem zu Huatusco gesehenen Meteore die Rede, aber ohne Datum. 1856 hat mir Prof. Heller zu Olmütz die Details handschriftlich mitgetheilt.

„ 32. Bonner Wochenblatt. 1846, Juni 24. Ich sah nur den Blitzschein des Meteors.

„ 33. Zachariä in Holzappel Brief an mich. Die lange Dauer des Schweifes beobachtet von Stiefel zu Karlsruhe. Andere Details in C. Lichtenberger's Briefe an mich. Angeblich kam der Schall schon nach 15ˢ.

„ 34. Vielfach erwähnt bei Gelegenheit des rheinischen Erdbebens am 29. Juli.

„ 35. Bögner über Erdbeben, auch sonst mehrfach erwähnt.

„ 36. Bögner über Erdbeben; auch Brief aus Altona an mich.

„ 37. Bögner und Bonner Wochenblatt im August 1846.

„ 38. Mir zu Bonn gleich darauf berichtet; ebenso Nr. 41.

„ 42. Mir zu Bonn von dem später (1852) in Afrika verstorbenen Reisenden umständlich berichtet. Nr. 43. briefliche Nachricht.

„ 44. An diesem Tage wurden zu Bonn die magnetischen Terminbeobachtungen angestellt. Prof. Radike sah im Momente der Erscheinung des Meteors eine sehr große Störung in den Schwingungen des Gaussischen Apparates. Der Mechaniker Keukel meldete mir die Zeit der Erscheinung am selbigen Abend.

„ 45. Da ich sehe, daß Buchner Meteoriten p. 75, vielleicht die Haupturkunde nicht kannte, so wiederhole ich hier aus meinen „Resultaten der zehnjährigen Beobachtungen der Sternschnuppen" p. 30, daß ein ausführlicher Bericht sich findet im Jahresberichte des Vereines für vaterländische Naturkunde in Würtemberg, 1846, Heft II, p. 383.

„ 48. Diese und spätere gute Angaben von meinem akademischen Freunde C. O. Weber aus Bremen, der 1867 Juni 11. zu Heidelberg starb.

„ 51. Kölner Zeitung 1847, August 16., 17. 18.

„ 52. Meteor die Wolken durchdringend. Schmidt Resultate etc. p. 37.

„ 53. Achtzehn Jahre später erzählte mir C. Wildt zu Athen von der überaus großartigen langdauernden Erscheinung. Das Datum blieb unbestimmt.



Nr. 61. Damals mir sogleich schriftlich gemeldet, doch ist mir jetzt die Quelle nicht mehr erinnerlich.

„ 63. Schmidt „Resultate etc." p. 47.

„ 64. Eine Beobachtung des ältesten Sohnes Argelanders, am selben Abende mir erzählt.

„ 67. Dies ausgezeichnete Meteor beobachtete gleichzeitig E. Heis zu Aachen. „Resultate" p. 46, 122, auch Jahn's wöchentliche Untersuchungen 1848, Nr. 45.

„ 68. Dr. Brünnow, damals zu Bonn anwesend, machte mir am selben Abende die Mittheilung.

„ 75. Gleichzeitig von mir in Bonn und von Heis in Aachen gesehen. Siehe „Resultate etc." p. 61, p. 131.

„ 76. Ebenso „Resultate" p. 137.

„ 77. Über dies großartige Meteor sammelte Nöggerath viele Nachrichten, die ich in Pogg. Ann. 1851 und zum Theil in den „Resultaten" p. 70 bekannt machte. Erste Nachricht im Bonner Wochenblatte, Jänner 11.

„ 79. Kölner Zeitung. Februar 21, Beiblatt.

„ 80. Schierenbergs Brief an mich, über den Meteorstaubfall Schmidt an W. Haidinger in Bd. 37, p. 803, Jahr 1859 der Sitzungsb. d. Wiener Akademie.

„ 81. Siehe „Resultate" p. 17.

„ 82. Vergl. Comptes Rend. Nr. 24.

„ 83. Correspondirender Beobachter Jahn, wöchentliche Untersuchungen 1851, p. 103.

„ 84. Logotheti's Bericht in J. Schmidt's Schreiben an W. v. Haidinger, Sitzungsb. der kais. Akad. d. Wissensch. Bd. 56, Abtheilung I. Juni-Heft 1867.

„ 85. Correspondirend zu Bonn und zu Vischel von E. Heis beobachtet. Erstere Angabe von Dr. Ph. Wessel, der gegen 1855 zu Bonn starb.

„ 89. Schierenberg's Brief an mich. Jahn's wöchentliche Untersuchungen 1851, p. 48. Siehe Anmerkung zu Nr. 80.

„ 90. Briefliche Nachricht aus Eutin.

„ 91. Jahn l. c. 1851, p. 95, 1852, p. 199. Die corresp. Beobachtung zu Aachen ist mit der Bonner Angabe nicht gut vereinbar. Jedenfalls ist die Beobachtung von E. Heis die genauere.

„ 93. Viel gesehen; corresp. Beobachtung von C. Lichtenberger zu Neunkirchen und E. Heis zu Aachen; Kölner Zeitung Februar 25. und 26. Jahn Untersuchungen 1851, p. 87, 152. Ich sah nur den Blitzschein.

„ 94. Schierenberg's Brief an mich. Buchner p. 80. Siehe Note zu Nr. 80.

„ 96. Bei Gelegenheit des Erdbebens von Melfi „Extrait d'une lettre de Mons Gasti, Salerno October 8 1851. Reale Societa Economica del Principato citeriore.

„ 97. Briefliche Mittheilung, so wie später von Billerbeck, den ich bei meinem Aufenthalte zu Rastenburg in Ostpreussen (1851) zu solchen Beobachtungen aufgefordert hatte.

Nr. 98. J. Pautzenberger, Kammerdiener des Prälaten Ritters E. v. Unkrechtsberg, zu Olmütz, der, lange mit meteorologischen Beobachtungen vertraut, mir manche gute Wahrnehmungen mitgetheilt hat.

„ 103. Die Hauptangabe im Jahresberichte des Frankfurter naturf. Vereines 1851—1852; auch sonst vielfach citirt.

„ 105. Briefliche Nachricht aus Eutin.

„ 106. Bonner Zeitung Nr. 262.

„ 108. Bonner Zeitung vom 25. November 1852.

„ 112. Abbildung und Beschreibung im illustr. Volkskalender 1854, p. XVIII. Andere Angaben kenne ich nicht.

„ 114. Kessler in Düsseldorf sah dies Meteor unterhalb der Wolken.

„ 115. Bonner Zeitung 1853, Jänner 12.

„ 116. Bonner Zeitung 1853, Nr. 28.

„ 121. Bei Napa Kiang Br. +26°; Ost. von Gr. 127°7. G. Jones on Zodiacal light p. 26.

„ 122. Auf See Br. +31° und 134°5 Ost. von Gr. G. Jones l. c. p. 50.

„ 124. Alexis Perrey Trembl. d. terre en Italie.

„ 128. Derselbe über Schweizer Erdbeben. 1853.

„ 129. Massow in Pommern, nur der gekrümmte Schweif von langer Dauer ward gesehen; ich nehme an, dass das Meteor wenigstens vom II. Range war. Nach der Berliner Kreuzzeitung, wahrscheinlich vom November 1853.

„ 130. Buys Ballot. met. Jahrb. 1855, p. 190.

„ 131. Ich hörte nur die mächtige Detonation. Die sonstige Beobachtung und werthvolle spätere Angabe von Herrn A. v. Berciewicz.

„ 132. Nach der Zeitung und Wanderer 1854, Jänner 10 oder 11.

„ 133. Carus, Reise in Italien, Cap. Fahrt von Messina bis Neapel.

„ 134. Nach der Allgemeinen Augsb. Zeitung der damaligen Zeit.

„ 136. Diese und eine spätere Beobachtung mir von Höchstmann in Olmütz mitgetheilt.

„ 137. Während meines Aufenthaltes am Vesuv (1855) gab mir Prof. Palmieri die bestimmte Versicherung, daß das Meteor zwischen dem Observatorium und dem Vesuvkegel, also in einer Seehöhe von weniger als 600 Toisen hindurchgezogen sei. Damals war der Vulkan ruhig.

„ 138. Wiener Loyd 1855, Nr. 9.

„ 139. Hamb. Corresp. Nr. 277. Brief meines Vaters an mich, Eutin 1855, November 26. Jahn Untersuchung p. 407 hat Nov. 17.

„ 140. Olmützer „Neue Zeit" 1854, December 15.

„ 141. Perrey im Berichte über Barbiani's Beobachtungen der Erdbeben auf Zante.

„ 142. Volger über Erdbeben III. p. 31, Anmerkung 23. Nach der Eidgen. Zeitung 1855, Nr. 88.

„ 144. Dies prachtvolle Meteor sah ich nebst dem Astronomen Dr. Wichmann im Angesicht der damaligen großen Eruption des Vesuv; es fiel von Zenith gegen Osten.

Nr. 145. Nur in Saphir's Humoristen 1855, Juli 20, finde ich das Meteor erwähnt.
„ 146. Volger's Erdbeben III, p. 59, Note 94, wo die Zeitung Siecle, Juillet 30, citirt wird.
„ 147. Wiener Zeitung um jene Zeit.
„ 150. Wiener Zeitung Nr. 9.
„ 152. Briefliche Mittheilung.
„ 154. E. Kluge über Erdbeben, p. 380.
„ 155. Petermann's geographische Mittheilung 1858, p. 242.
„ 156. Wiener Zeitung Nr. 129. Datum zweifelhaft.
„ 157. Briefliche Mittheilung; es ward an vielen Orten gesehen bei noch sehr hellem Abendhimmel.
„ 161. Petermann's geographische Mittheilung 1856, p. 489. Es ward nur die große Detonation gehört.
„ 162. Glos hörte ein rauschendes Getöse des Meteors.
„ 163. Nur in Kluge's Tractat über Erdbeben erwähnt, deren Nr. 166.
„ 170. Leipzig. deutsche allgemeine Zeitung Nr. 60, 1853 März 12, p. 496.
„ 172. Briefliche Mittheilung Gonzenbachs, in seinem Kataloge der Erdbeben (Handschrift).
„ 173. Wiener Theaterzeitung 1857, April 3; wohl auch in anderen Blättern.
„ 185. Mitgetheilt; auch Olmützer neue Zeit, October 25.
„ 186. Wiener Zeitung, November 3.
„ 188. Wiener Zeitung, November 26, p. 3341.
„ 189. Weserzeitung, Morgenblatt 4368. Hans von Kobbe, dem ich verschiedene gute Beobachtungen verdanke, meldete mir seine Wahrnehmung zu Sage im Oldenburgischen. (v. Kobbe starb 1860 zu Raab).
„ 190. Jeitteles in der Troppauer Zeitung Jänner ?. Olmützer neue Zeit, Jänner 22. Es ward (bei Gelegenheit des Silleiner Erdbebens) mehrfach gesehen.
„ 191. Zu Navoina in Mähren, in der Nacht des Erdbebens zu Sillein.
„ 193. Brünner Zeitung, März 4, ebenda Nr. 194.
„ 197. Briefliche Nachricht. Ein bekanntes, viel gesehenes Meteor.
„ 198. Radcliff Astr. Obs. 1858, p. [31] Meteorol. Abtheilung.
„ 201. Auch erwähnt in Troppauer Zeitung, August 20.
„ 207. Radcliff Astr. Obs. 1858. Meteorol. Abtheilung.
„ 208. Briefliche Mittheilung aus Liversdorf in Holstein.
„ 215. Prof. Rhoussopulos zu Athen beschrieb mir dies Meteor, gab aber an, daß das Datum nicht völlig sicher sei.
„ 225. Dr. Militzer zu Athen sah das Meteor als es noch Tag war.
„ 234. Ober-Hess. Gesellschaft für Naturkunde, Abtheilung VIII.
„ 238. Neue Pr. Zeitung 1860, Nr. 82.
„ 247. Mitgetheilt von C. Wilberg. Das Meteor erlosch und erschien wieder; dabei brausendes Getöse.
„ 252. Mir zu Athen von der schwedischen Schriftstellerin Friederike Bremer aus ihrem Tagebuche mitgetheilt.
„ 254. Kölner Zeitung 1861, April 10.

Nr. 269. Officielle Beobachtung des Dimarchen von Dara in Arkadien, vom Cultusminister Herrn Ch. Christopulos mir zugestellt. Der Bericht ist zwar nahezu unverständlich, doch läßt sich das Erzählte nur auf ein großes Meteor beziehen. Als ich in Dara war, forderte ich den Dimarchen, einen alten Albanesen, auf, alle seltenen Naturereignisse zu melden, was er mehrfach eifrigst gethan hat.

„ 273. Debats Fevr. und nach dem Moniteur de l'Algérie.

„ 275. Annal. der Wiener Sternwarte, 1863. XIII, p. 185.

„ 284. Auf See in Br. — 30°, Länge 50° östl. von Greenwich. Monthly Notices. XXIII, Nr. 2.

„ 285. Meteor gesehen, als noch die Sonne am Himmel war.

„ 291. Berichte an mich vom Dimarchen zu Dara in Arkadien, und von P. Palamides zu Stemnitza in Arkadien. Die große Detonation war in Athen und auf Salamis (wo ich damals mich aufhielt) nicht mehr hörbar.

„ 296. Radcliff Astr. Obs. 1862. Meteorol. Abth. Ein zu Paris beob. Met. (5^h45^m Par. = 5^h31^m Oxf.). Vielleicht eine Stunde irrig; sonst zwei Meteore.

„ 300. Annal. d. Wiener Sternwarte 1863. XIII, p. 197.

„ 302. Von Dr. Edm. Weis mir mitgetheilt.

„ 303. C. Fritsch in Wiener Zeitung, December 5.

„ 304. Zeitung „Wanderer" 1863. Jänner 2, Morgenblatt.

„ 306. Astr. and Met. Obs. at Washington, 1863.

„ 307. Obs. met. de Génève. 1863.

„ 308. Wiener Zeitung, 1863, April. 4.

„ 309. Washington Astr. and Met. Obs. 1863, p. 463.

„ 310. Daselbst p. 468.

„ 312. Radcliff Astr. Obs. 1863. Meteorol. Abth., auch Nr. 313.

„ 314. Ich sah auf See (bei Paxi) nur den Blitzschein des Meteores, und halte es für identisch mit demjenigen, welches W. v. Haidinger beschreibt in Sitzungsb. der Wiener Akademie 1863, October 8.

„ 320. Kosten in Preussen. Kölner Zeitung 1863, Nr. 254.

„ 321. Kölner Zeitung, Nr. 254.

„ 322. Radcliff Astr. Obs. 1863. Meteorol. Abth.

„ 329. Über dies große Meteor siehe meine Monographie, als Sendschreiben an W. v. Haidinger, im XLVIII. Bande der Sitzungsb. d. Wiener Akademie.

„ 333. Radcliff Astr. Obs. 1863. Meteorol. Abtheilung.

„ 335. Washington Astr. and Met. Obs. 1863. p. 438; Nr. 344 ibid. p. 480.

„ 349. Mitgetheilt von A. als ich (1864 Mai 22.) mit ihm an Psarà vorüberfuhr.

„ 370. Ein Meteor sichtbar vor dem Untergange der Sonne. Gute Angaben von C. Wilberg und D. Kokides (zu Kephissia und Athen). Andere Nachrichten von Prof. Rhoussopulos auf Paros, der sehr lange den rauchförmigen Schweif am Himmel sah und die Detonation hörte. Endlich Angaben von Dr. Paputzis auf Milos, der den Steinen nachforschte, die angeblich auf Polinos gefallen waren. Über diese

brachte ich nichts Sicheres in Erfahrung, als ich Februar 1866 selbst nach Milos kam. Siehe darüber Schmidt an W. v. Haidinger, Sitzungsbericht vom 1. December 1864.

Nr. 384. Über dies gewaltige Meteor habe ich nur unvollkommene Nachrichten sammeln können. Das Vollständigste erfuhr ich von dem türkischen Arbeiter Giaffar auf dem Gute Leutweins zu Kephissia, anderes von dem Italiener Cypriano zu Athen. Der Schweif muß sehr lange und mit größtem Glanze geleuchtet haben, da er an Helle den zugleich sichtbaren Mond übertraf.

„ 396. Eine sehr ungenügende Schilderung in Köl. Zeit. Nr. 104, 2. Blatt.

„ 424. Ich kenne nur die Angaben der Athener Zeitung 'Εϑνοφυλαξ Nr. 821.

„ 426. Meteore um 7^h30^m, 8^h27^m, 9^h in Attika und Euböa notirt. Vielleicht nur eine und dieselbe Erscheinung.

„ 441. Berner „Bund“ October 13.

„ 452. Mir vom englischen Gesandten Herrn Erskine mitgetheilt, nach einer englischen Zeitung.

„ 453. Berner „Bund“ Nr. 325, von A. Wildt mitgetheilt.

„ 455. Essener Zeitung Nr. 29, von C. Wilberg mitgetheilt.

„ 465. Aus einem Briefe der Miss. Math. Erskine an ihren Vater, den englischen Gesandten in Athen, von Letzterem mir mitgetheilt.

„ 473. Ein Meteor bei Sonnenschein von Herrn Erskine beobachtet.

„ 483. Greffrath in Koners geogr. Zeitschrift 1867, B. II, H. III, 291.

„ 501—545. Boliden in der denkwürdigen Nacht des 13. November 1866.

„ 545. Schon im Sonnenscheine. Vergl. meinen Bericht an W. v. Haidinger in den Sitzungsberichten des 6. December 1866.

„ 556, 557, 558. Monthly Notices 1867, Nr. 5.

„ 571. Siehe meinen Bericht an W. v. Haidinger in Bd. LVI. der Sitzungsberichte 1867, Juni.

Der Einfluß der Winde auf die mittleren Werthe der wichtigeren meteorologischen Elemente zu Wien.

Von **Julius Hann.**

Die Witterung an Orten außerhalb der Tropenzone wird völlig beherrscht durch den steten Wechsel der Luftströmungen. Sie ist hier geradezu eine Function der Windesrichtung. Es ist keine unwichtige meteorologische Aufgabe, dieses Abhängigkeitsgesetz darzustellen, wobei man die Witterung als Complex mannigfaltiger meteorologischer Elemente in diese letzteren auflösen muß.

Luftdruck, Temperatur, Feuchtigkeit, Bewölkung, Niederschläge erscheinen als Function der Windesrichtung in den sogenannten Windrosen. Diese bilden darum eine Grundlage für die Kenntniß des Klimas eines Ortes.

Die hier berechneten Windrosen beruhen auf einer eilfjährigen Beobachtungsreihe (1853—1863) der k. k. meteorologischen Centralanstalt zu Wien. Die schon vorbereiteten und nach der mittleren Windesrichtung gesonderten Tagesmittel wurden mir von Herrn Director Dr. Karl Jelinek zur letzten Bearbeitung gütig überlassen.

Noch in einer eilfjährigen Beobachtungsreihe fällt die mittlere Windrichtung so selten selbst auf manche der acht Hauptrichtungen, daß dadurch erhebliche Unregelmäßigkeiten in den Reihen jener Mittelwerthe noch nicht eliminirt erscheinen, welche die Abhängigkeit des Ganges der meteorologischen Elemente von der Windrichtung in den einzelnen Monaten darstellen sollen. Ich stelle darum die Nachweisung voraus, wie oft die mittlere Windrichtung in jedem Monate auf einen der acht Hauptpunkte gefallen ist, damit man sogleich beurtheilen könne, wie weit die berechneten Mittel von den wahren Verhältnissen sich noch entfernen mögen. Windstille Tage blieben von der Berechnung ausgeschlossen. Eine zweite Tabelle über die Häufigkeit der acht Windesrichtungen bei Nacht und bei Tage gibt von der ersten ganz unabhängig die Resultate unmittelbarer Zählung, die ich für die Stunden 9^h und 15^h (Nacht) und 21^h und 3^h (Tag)

durch eine nur fünfjährige autographische Beobachtungreihe (1853 bis 1857) vorgenommen habe. Beide Tabellen zeigen trotzdem eine sehr gute Übereinstimmung. Es ergibt sich aus ihnen das unbestrittene Vorherrschen des Nordwestwindes selbst vor dem Westwinde. Ein zweites zur Hälfte kleineres Maximum der Häufigkeit erreicht der Südostwind. Diese zwei auch in ihren Eigenschaften diametral entgegengesetzten Windrichtungen, NW. und SO., theilen im Wiener Becken sich in die Herrschaft. Ihr häufiger Wechsel bedingt besonders im Sommer die eigenthümlichen Wetterstürze. In den warmen heiteren Südost fällt plötzlich der kühle nasse Nordwest ein. Aus sommerlichem Behagen fühlen wir uns mit einemmale in die fröstelnde Naßkälte der rauhen Jahreszeit versetzt. Das westlicher liegende Kremsmünster, dessen Windfahne weniger von localen Einflüssen beirrt scheint, hat als Maxima der Häufigkeit W. und O. Nach der von Dove in seinen „Meteorologischen Untersuchungen" gegebenen Tabelle über die Häufigkeit der acht Hauptwindesrichtungen an vierzig Orten in Europa sind nur in Regensburg und Mannheim auch NW. und SO. die vorherrschenden Winde, fast an allen anderen sind es O. und W. oder NO. und SW. Nach Kämtz wäre allerdings auch in Ofen und Moskau der NW. vorherrschend (Lehrb. d. Meteor. 1. Bd. S. 251). Die seltensten Winde sind zu Wien der NO. und O., besonders im Sommer. Im Frühlinge erreichen die lauen südlichen Strömungen, der S. und SO. ein Maximum, zugleich damit aber auch der N. Der SO. erreicht seine größte Häufigkeit übrigens erst im Herbste, so daß er im October sogar die westlichen Winde überholt, und noch im November ihnen fast ebenbürtig bleibt. In den anderen Jahreszeiten jedoch sind der West und Nordwest den östlichen Winden weit überlegen.

Die Tabelle über die Häufigkeit der Winde bei Tage und bei Nacht zeigt, daß, wie nicht anders zu erwarten, die Häufigkeit der Winde sich bei Tage steigert und die Windstillen dann seltener sind als bei Nacht. Zur Nachtzeit hören eben die localen Luftzüge, welche durch ungleiche Insolation und Erwärmung hervorgerufen wurden, auf. Die Zunahme der Winde von der Nacht zum Tage zeigt aber das eigenthümliche Verhältniß, daß die nördlichen und östlichen Windesrichtungen eine viel stärkere Zunahme erfahren, als die westlichen, welche entschieden zurückbleiben. Der SW., W. und NW. erreicht gegenüber den anderen Winden das Maximum der Häufigkeit

bei Nacht, der N. und SO. bei Tage. Die Häufigkeit der Westwinde bei Nacht möchte man vielleicht für eine den regelmäßigen Thalwinden analoge Erscheinung halten. Im Westen von Wien liegt der Wienerwald, der bei Nacht durch Verdunstungskälte und Wärmestrahlung viel stärker abkühlt als das weitaus vegetationsärmere Wiener Becken selbst. Wer nach einem heißen Sommertage aus den thaufeuchten kühlen Thälern dieser Berge nach der wärmestrahlenden Häusermasse zurückkehrt, empfindet die Temperaturdifferenz nur allzu unerquicklich. Diese feuchte abgekühlte Luft fließt bei Nacht abwärts der Ebene zu [1]. Ich glaube nicht, daß bei Tage, wie dies in den Thälern selbst wirklich der Fall ist, dieser Vorgang sich einfach umkehrt. Die größere Frequenz der nördlichen und östlichen Winde bei Tage scheint einen weit allgemeineren Grund zu haben. Es ist mir auch zu Kremsmünster jederzeit aufgefallen, mit welcher Regelmäßigkeit sich an schönen Sommertagen Vormittags etwa von 9 Uhr an der Ostwind erhebt, sich bis 4 und 5 Uhr Nachmittags verstärkt und erst nach Sonnenuntergang einschläft. Nachts wehen dann Westwinde bis zum Morgen des andern Tages. Abt Reslhuber hat in einer akademischen Abhandlung über die Bewölkungsverhältnisse des Himmels (Sitzungsb. d. k. Akad. 1860, S. 574) gezeigt, daß wirklich der SW.-, W.- und NW-Wind ihr Maximum um 6 Uhr Morgens erreichen, der NO., O. und SO. um 2 Uhr Abends. Lamont hat eine ähnliche Beobachtung zu München gemacht. „Es ist bemerkenswerth", sagt er, „daß der Westwind constant weht, der Ostwind aber in der Regel intermittirend ist; er hört bei Sonnenuntergang auf und fängt am Morgen des folgenden Tages wieder an" (Abhandl. d. k. bair. Akad. VIII. Band). Dasselbe Verhältniß zeigen die sommerlichen Etesien Griechenlands (Dr. Landerer: Zur Meteorologie Griechenlands, Zeitsch. f. Erdkunde 1857).

Man kann nicht lebhaft genug den Wunsch aussprechen, von einem hinlänglich hoch und frei gelegenen Orte einige Jahresreihen anemometrischer Aufzeichnungen zu erhalten. Was kann man über die wahren Windverhältnisse sagen, wo Thalspalten den Luftströmungen ihre Wege weisen, wo sogar die Luftzüge der Gassen die Windfahne nach allen Richtungen herumzuwerfen vermögen!

---

[1]) Man erwägt dabei unwillkürlich, wie viel unleidlicher die Sommerhitze und Dürre werden möchte, wenn jene Westberge ihres Waldschmuckes entkleidet würden.



Die barometrische Windrose zeigt, daß im Jahresmittel die Extreme des Luftdruckes sich ziemlich diametral gegenüberliegen, daß das Maximum bei N.-, das Minimum bei SW.-Wind eintritt. Im Mittel der Jahreszeiten ist letzteres auch im Herbste und Winter der Fall, während das Maximum im Herbste zwar auch bei Nordwind, im Winter aber bei Ostwind eintritt. Es bleibt noch zweifelhaft, ob im Winter nicht ebenfalls wie im Jahresmittel die schwerste Luft aus Nordost kommt, da dies im December und Jänner wirklich der Fall ist, und das Mittel des Februar jedenfalls zu niedrig bleibt. Aber es ist doch beachtenswerth, daß, wie die thermische Windrose beweist, der Ostwind im Winter der kälteste ist. Im Frühling fallen die Extreme auf NO. und S. Im Sommer sind die barometrischen Mittel sehr gestört, so daß im Juli sogar das Minimum auf Ost fällt und im August das Barometer bei Süd wieder höher steht als bei Ost. Es ist dies lediglich aus der Seltenheit und einem wie mir scheint eigenthümlichen Auftreten des Ostwindes im Sommer zu erklären. Der Ostwind erhebt sich an heißen Sommertagen als schwache untere Luftströmung, während vielleicht in der Höhe schon südliche Strömungen eingetreten sind. Auch die thermische und atmische Windrose scheint mir darauf hinzuweisen, daß die Erscheinungen bei Ostwind eigentlich Erscheinungen der Windstille sind.

Die entwickelte östliche Luftströmung, im Gegensatze zur westlichen von heiterem Wetter begleitet, erscheint in Wien als Südost und selbst Südsüdost, daher der hohe Barometerstand bei Südost und selbst noch bei Süd. Es ist aber eigenthümlich, daß in der barometrischen Windrose von Ofen, welche Leopold v. Buch berechnet hat (nach fünfjährigen Beobachtungen. Abhandl. der Berliner Akad. 1818), dieselbe Erscheinung wiederkehrt, und dort sogar im Mittel des Jahres das Barometer von Ost nach Südost wieder zu steigen scheint. Auch schon in der barometrischen Windrose von Wien, welche Kämtz (Lehrb. d. Meteor. Bd. II, S. 318) nach Baumgartner mittheilt, ist dasselbe der Fall[1]). Kämtz suchte die Ursache in den meteorologischen Verhältnissen der östlicher liegenden Gegenden, Leop. v. Buch stellte sogar eine Art Hypothese für diesen modificirten Südost auf. Ich zweifle nicht, daß aus den

[1]) Aus dreijährigen Beobachtungen. S. Naturlehre VI. Aufl. S. 724.

Mitteln einer längeren Beobachtungsreihe diese Anomalie verschwinden würde.

.Die nächste Tabelle IV. gibt die Änderung, welche im Tagesmittel des Luftdruckes durchschnittlich eintritt, wenn der Wind aus jener Himmelsgegend weht, welche jeder verticalen Ziffernreihe überschrieben ist. Die Mittel der einzelnen Monate zeigen hierin eine völlig befriedigende Übereinstimmung. Mit Eintritt des Westwindes beginnt das Barometer zu steigen, es behält diese Tendenz von West über Nord bis Nordost und erhebt sich am raschesten bei Nord. Beim Eintritt des Ostwindes beginnt es zu fallen und sinkt rasch bei Südost und Süd, langsamer schon bei Südwest. Es zeigt sich in diesem regelmäßigen Verlaufe, wie ihn zuerst Dove zur Begründung seines Drehungsgesetzes aus den Pariser Beobachtungen abgeleitet hat, selbst im Sommer keine Spur jener Anomalien, welche die barometrische Windrose selbst verunstalten. Nur mag es sehr befremdend erscheinen, daß im Winter bei Ostwind ein Sinken des Luftdruckes eintreten soll, und gleichzeitig die barometrische Curve dann nach Tafel III. einen Scheitel hat.

Es waren für diesen sonderbaren Gang entscheidend eigentlich nur drei Fälle, einmal sank das Barometer vom Vortage mit O_0 bei O_1, zweimal von SO_1 zurückspringend bei O_2. Die ungewöhnlich hohen Barometerstände bei SO. verursachten in Folge der Häufigkeit dieses Windes keine Störung der Mittel, wohl aber das wiederholte rasche Sinken bei den seltenen Ostwinden.

Nach dem Dove'schen Drehungsgesetze müssen wir erwarten, daß von dem Tage, dessen Effect auf die Änderung des Luftdruckes Tabelle IV gibt, zum nächsten folgenden die Windrichtung im Mittel schon um einen bestimmten Winkel weiter nach rechts sich gedreht haben wird, so daß aus dem Nord schon etwas mehr oder weniger ein Nordost geworden sein muß, u. s. w.

Ist das richtig, so müssen auf Tabelle V die Zeichenwechsel weiter nach links gewandert sein. Und so ist es in der That. Nach Nordwind steigt das Barometer noch, aber nicht mehr ausnahmslos nach NO. Es sinkt in allen Monaten nach Ost und Südost; nach Süd und Südwest beginnt es schon wieder zu steigen und erhebt sich mit großer Consequenz nach West- und Nordwestwind. Würden regelwidrige Drehungen des Windes, wenn wir mit Dove die Drehung im Sinne des täglichen scheinbaren Laufes der Sonne die

regelmäßigen nennen, häufiger sein, so müßte gerade diese Tabelle öftere regellose Zeichenwechsel aufweisen, während hier die Curve der Änderungen nur in einem Monate mehr als zwei Durchschnittspunkte mit der Abscissenaxe zeigt.

Die thermische Windrose von Wien (Tabelle VI) stimmt mit andern schon für europäische Orte berechneten ziemlich überein [1]). Im Winter kommt der kälteste Wind aus Osten. Auch Pilgram sagt vom Ostwinde: „wenn er im Winter mit kaltem Blasen kommt, bringt er die Donau bald zum Stehen und verwandelt sie in Eis". (Anton Pilgram's Untersuchungen über das Wahrscheinliche der Wetterkunde. Wien, 1788.) Der wärmste Wind hingegen ist der Südwest. Im Frühjahr bewegt sich das Temperaturminimum nach Nord zurück, das Maximum nach Süd. Das Minimum beharrt auch im Sommer bei Nord, während es an den meisten europäischen Orten noch weiter gegen West zurückschreitet. (So zu Paris, Emden, Prag; auch zu Ofen und Moskau nach Kämtz.) Nur im Juli tritt es wirklich bei Westwind ein und in allen drei Sommermonaten erhebt sich die Temperatur bei Nordwest, um bei Nordwind wieder etwas unter jene des Westwindes zu sinken. Das Temperaturmaximum tritt dann bei Ostwind ein. Im Herbste liegt es schon wieder bei Südwest, und das Minimum bei Nord wie im Mittel des Jahres. Die größte Wärmedifferenz besitzen der kälteste und wärmste Wind im Februar 5°73, wenn man von der jedenfalls unrichtigen Größe im Juni absieht, wo der Ostwind nur einmal wehte, die kleinste im October 1°93. Wenn wir mit Dove annehmen, daß in unseren Breiten (40—50°) im Winter für einen Grad Zunahme der Polhöhe die Temperatur um 0°9 R. abnimmt, so versetzt uns dann ein Umschlag des Windes von O. nach SW. gleichsam um fünf Breitegrade noch Süden. Da dies den mittleren Betrag darstellt, so ist der gedachte Einfluß in einzelnen Fällen natürlich noch weit größer.

Der Vergleich der thermischen Windrose mit der barischen lehrt, daß im Winter und Herbste genau, im Frühlinge nahezu die kälteste Luftströmung auch die schwerste ist, und daß bei dem wärmsten Winde das Barometer am tiefsten steht. Der Sommer

---

[1]) In den einzelnen Monaten bleiben freilich viele Unregelmäßigkeiten. Am 28. November 1856 herrschte bei Südwind von der Stärke 1 eine Temperatur von — 7°2. Dies genügte, um das Novembermittel des Südwindes so anormal zu erniedrigen.

emancipirt sich von diesem Gesetze. Nach Dove ist diese hohe Temperatur der östlichen Winde im Sommer nur die Folge ihrer aufheiternden Wirkung und der dadurch erhöhten Insolation des Bodens. Sie ist daher nur den unteren Luftschichten eigen und die Temperatur müßte bei diesen Winden nach oben rasch abnehmen. Darüber würde die thermische Windrose eines sehr hoch gelegenen Ortes entscheiden.

Die thermischen Werthe der verschiedenen Winde lassen zum Voraus beurtheilen, welche Änderung im Tagesmittel der Temperatur ihr Auftreten bedingen wird. Tabelle VII stellt diese Wirkung ziffermässig dar. Vom April bis September steigt das Thermometer schon bei Ostwind, im Juni und Juli sogar schon bei Nordost; es zeigt sich hierin der Einfluß der Aufheiterung und Insolation bei höherstehender Sonne. Fast gleichzeitig sinkt es schon wieder bei dem trüben, Naßkälte führenden West (vom Mai bis in den November). Im Winter aber fängt die Wärmeerhöhung erst bei Südost an und die Abkühlung erst bei Nordwest. Erstere ist am größten bei Südwind, letztere bei Nordwind.

Man sollte erwarten, daß sich in den Änderungen der Temperatur zum folgenden Tage eine ähnliche Erscheinung zeigen würde, wie in den Änderungen des Luftdruckes. Die Zahlen auf der Tabelle VIII zeigen aber einen sehr unregelmäßigen Gang. Der barometrische Effect eines Windes tritt eben viel sicherer ein, als der thermische; die die Temperatur erhöhende oder deprimirende Wirkung der vorausgegangenen Luftströmung wird nicht immer sogleich durch die nachfolgende völlig neutralisirt und es scheint, daß eine viel längere Beobachtungsreihe dazu gehört, um hier den gesetzmäßigen Gang zu sichern. Der October, in welchem die Wärmedifferenz des kältesten und wärmsten Windes am kleinsten ist, hat auch den sonderbarsten Gang der Temperaturänderungen aufzuweisen.

Der dampfärmste Wind bleibt fast im Verlaufe des ganzen Jahres der Nord, nur im Mai und Juni wird es der NO. (Tabelle IX). Daher fällt auch im Jahresmittel der kleinste Dunstdruck auf den Nordwind, während zu Halle wie zu London der NO. der trockenste ist. Der feuchteste Wind ist zugleich der wärmste, im Winter der SW., im Sommer der O., letzterer ist es schon im April und Mai, obgleich dann noch die größte Wärme dem Südwinde zukommt. Noch im September fällt das Maximum auf O., und im November sogar auf

NO., der in diesem Monate eine anormale Wärme hatte. So rückt selbst im Jahresmittel der höchste Dunstdruck auf O., während in den von Dove für London und Kämtz für Halle berechneten Mitteln dem Südwinde die größte Feuchtigkeit zukommt. Die Ostwinde sind aber sehr schwache Winde, und der hohe Dunstdruck bei Windstille ist erklärlich. Darum erscheint aber auch in den wärmeren Monaten ein secundäres Maximum des Dunstdruckes bei Südwind.

Die Windrose der Feuchtigkeit verräth sogleich, daß sie einem Compromiß der thermischen und atmischen Windrose entsprungen ist. Im Winter ist die Temperatur bei Ostwind die tiefste, sie erhebt sich wenig erst bei Südost, rascher steigt der Dunstdruck. Die Luft ist daher der Sättigung mit Feuchtigkeit am nächsten. Die feuchten Westwinde erhöhen die Temperatur in größerem Maße als den Dunstdruck, daher erscheinen sie relativ trocken. Auch ihre größere Heftigkeit bleibt nicht ohne Eindruck auf das Psychrometer.

Es muß befremden, daß wenigstens entschieden in der kühleren Jahreshälfte die östlichen Strömungen die feuchtesten, die westlichen die trockensten sein sollten. Aber auch Kämtz hat für Halle fast dasselbe Resultat erhalten. Auch dort sind nur im Sommer, dem uns geläufigen Urtheile entsprechend, die östlichen Winde von der Sättigung am fernsten, die westlichen ihr am nächsten. In der kühleren Jahreszeit wird beim Wehen der kalten nördlichen und östlichen Winde die Dampfcapacität der Luft so gering, daß sie stets der Sättigung nahe bleibt, um so mehr, da bei unserer noch zu wenig continentalen Lage die Atmosphäre stets hinlänglich mit Dämpfen versehen ist. Bei alledem bringen diese Winde doch wenig Niederschlag, da sie stets trockenere Luft herbeischaffen und in wärmere Breiten vordringend sich gleichzeitig etwas erwärmen. Gerade umgekehrt verhält es sich mit den westlichen Winden, bei deren Wehen die Temperatur eine höhere ist, die es bis zu einer Sättigung der unteren Luftschichten mit Wasserdämpfen nicht kommen läßt. Diese Sättigung erscheint erst in einer gewissen Höhe als trübende Wolkenschichte, der ihnen selten fehlende Begleiter. Die Windrosen der Bewölkung und des Niederschlages entsprechen diesem Verhältnisse.

Wäre der Grad der Sättigung der untersten Luftschichten bestimmend für den Zustand der Atmosphäre überhaupt, so müßten Feuchtigkeit und Bewölkung parallel gehen. Das ist aber nicht der

Fall (Tab. X). Die größte Heiterkeit tritt im Frühlinge bei südlichen, im Sommer bei östlichen und südlichen, im Herbste bei östlichen Winden ein, während die größte Trübung den Westwinden zukommt. Nur im Winter erscheinen auffallender Weise die westlichen Winde heiterer als die nördlichen. Zu dieser Zeit tritt aber die Trübung in den unteren Schichten ein, es sind die Nebel, welche diese Erscheinung bedingen, mögen sie nun der Erde selbst aufliegen oder als Höhennebel (in geringer Entfernung vom Boden) die dann häufigen Begleiter der kalten Nord- und Ostwinde sein. Im Jahresmittel beweist der Südwind seine wolkenauflösende Wärme, und der Nordwest die durch den Verein von Feuchtigkeit und Kühle bedingten Niederschläge.

Regenwindrosen werden sonst berechnet, indem man die Zahl oder das Verhältniß der Regentage angibt, die jeder Windrichtung zukommen. Eine solche Regenwindrose läßt sich schon aus den von von Pilgram (a. a. O.) für jede Windrichtung angeführten Zahlen der Regentage ableiten. Nach ihm kommen im Mittel von 20 Jahren Regentage vor bei:

N.	NO.	O.	SO.	S.	SW.	W.	NW.
14·6	1·4	4	3·8	11·8	1·7	4·5	57·9.

Da aber die Winde ungleich oft wehen, so gibt der folgende Quotient der Häufigkeit jedes Windes, dividirt durch die Zahl seiner Regentage, eine richtigere Einsicht:

N.	NO.	O.	SO.	S.	SW.	W.	NW.
7·5	6·6	10·3	9·9	5·1	4·1	4·2	5.

Wenn also der Ostwind zehnmal weht, bringt er erst einen Regentag, bei SW. ist aber schon jeder vierte Tag ein Regentag. Diese Resultate aus einer zwanzigjährigen Beobachtungsreihe wären noch immer sehr beachtenswerth, wenn man nicht leider auf die Angaben der Windfahne Pilgram's mißtrauisch werden müßte. Nach ihm wäre der S. der häufigste Wind (12·8%) nach dem Nordwest, dem allein 62% der Zahl aller Winde zukommen, während dem West nur 6% zufallen.

Eine Regenwindrose, welche die bei jeder Windesgattung gefallene Regenmenge angibt, hat meines Wissens nur Fritsch für Prag berechnet (Meteorologie für den Horizont von Prag. 1850,

S. 177). Die hier vorliegende (Tabelle XI) gibt von seiner etwas abweichend zuerst für alle Monate die während der Herrschaft jedes Windes gefallenen mittleren Regen s u m m e n selbst, dann auch für die Jahreszeiten wieder mit ersterer übereinstimmend, wie viel Regen auf ein einmaliges Wehen des Windes kommt. Aus beiden ergibt sich übereinstimmend, daß zu Wien die größte Regenmenge bei Nordwestwind fällt, daß sie bis Ost und Südost abnimmt, um bei Süd wieder zu steigen.

Die Basis, auf der diese Mittel beruhen, ist aber nicht von einem schlimmen Einwurf frei, der in der Art, wie die täglichen Regensummen gewonnen wurden, begründet ist. Da der Niederschlag einmal täglich um 2 Uhr Mittags gemessen worden ist, so fallen die 24stündigen Perioden, für welche Niederschlag und mittlere Windrichtung bestimmt wurden, nicht zusammen, und so konnte es vielfach geschehen, daß eine am Abende des Vortages gefallene Regenmenge dem am nächsten Tage wehenden Winde zugeschrieben wurde. Ich hätte mich daher gescheut, diese Zahlen überhaupt mittheilen, wenn sie nicht mit späteren auf einem sicheren Wege erhaltenen trotz alledem stimmen würden.

Dieser eben angedeutete Übelstand veranlaßte mich, auf die autographischen Regenaufzeichnungen zurückzugehen, und die Berechnung auf neuer Basis auszuführen. Freilich lag mir nur eine fünfjährige Beobachtungsreihe vor, die vom April 1853 bis December 1856 in den Jahrbüchern der k. k. Centralanstalt für Meteorologie gedruckt, für das Jahr 1857 im Manuscripte sich vorfand: aber sie dürfte genügen, weniger absolute Werthe als gegenseitige Verhältnisse ziemlich sicher zu stellen.

Die Verwendung derselben war folgende: Ich summirte die stündlich aufgezeichneten Niederschlagssummen und die Niederschlagsdauer für die sechsstündigen Perioden: 12^h—18^h; 18^h—0^h; 0^h—6^h; 6^h—12^h, und schrieb sie jedesmal dem um 15^h, 21^h, 3^h und 9^h herrschenden Winde zu. Da das Materiale eine größere Zersplitterung verbot, so berechnete ich aus diesen Daten nur für zwölfstündige Perioden 18^h—6^h (Tag) und 6^h—18^h (Nacht) gesonderte Windrosen. Diese Sonderung aber schien mir von Interesse, da während der nächtlichen Periode der Einfluß aufsteigender Strömungen vermindert ist und der eigentliche Charakter jedes Windes dann besser hervortritt. In der Natur autographischer Aufzeichnungen

liegt es, daß sie geringere Niederschlagssummen geben, als die unmittelbaren Messungen, indem vieles auf dem Wege zum ansammelnden zeichengebenden Theile des Apparates durch Verdunstung verloren geht. Alle gegebenen Zahlen, die sich auf Regenmenge beziehen, sind daher etwas zu niedrig, die sich auf Niederschlagsdauer beziehen vielleicht etwas zu hoch, da sie stets zu vollen Stunden ergänzt erscheinen.

Im fünfjährigen Mittel fallen bei westlichen Winden SW.—NW. 9'74, bei östlichen NO.—SO. nur 0'81, bei Windstillen 4'62 an Regen und Schnee (Tab. XII). Die geringste Regensumme liefert der NO., die größte der NW. Bei Südost tritt ein secundäres Maximum der Niederschlagsmenge auf in Folge seiner Häufigkeit. Die nördlichen und östlichen Winde geben im Winter zu Schneefällen Veranlassung, entweder wenn der kalte N. und NO. in die früher wärmere Luft einfällt, oder der wärmere Südost in seine kalten Vorgänger eindringt. Auch im Frühlinge und im Herbste zur Zeit ihrer größten Häufigkeit werden die Ost- und Südostwinde feuchter. NO. und O. sind wenigstens im fünfjährigen Mittel im Sommer völlig trockene Winde; der NO. sogar vom April bis zum November. Übereinstimmend damit sagt Pilgram, der NO. werde feucht im Januar und Februar; dem N. und SO. schreibt er die meisten Schneefälle zu.

Innerhalb der täglichen Periode fällt reichlicherer Niederschlag bei Tage (9'2) als bei Nacht (7'0) (Tab. XIII). Doch ist die Zunahme nicht bei allen Windesrichtungen gleich, ja bei Südwind regnet es bei Nacht mehr als bei Tage. Die Zunahme ist am bedeutendsten bei den nördlichen und östlichen Winden, bei N. und NO. ist der Niederschlag bei Tage noch einmal so groß als bei Nacht. Im Sommer sind NO., O. und SO. bei Nacht völlig trocken, bei Tag aber nur mehr der NO. Hierin zeigt sich die Wirkung des aufsteigenden Luftstromes und der von ihm bedingten Niederschläge. Winde, die den Himmel aufhellen, begünstigen sie. Es fallen zur Nachtzeit bei den Windrichtungen von S.—NW.: 4'67, von N.—SO.: 0'54 Regen; daher das Verhältniß der Süd- und Westseite zur Nord- und Ostseite 8·7 : 1. Bei Tage aber ist das Verhältniß nur mehr 5·6 : 1, denn dann fallen von S.—NW. 5'35, von N.—SO. 0'95. Die Windstillen liefern bei Nacht 1'79, bei Tage 2'83, dies sind 25·5 und 30·9 Procent der bei Nacht und bei Tage gefallenen Niederschlagsmenge.

Ich gebe auch das Verhältniß der Dauer der Niederschläge bei den verschiedenen Winden (Tab. XIV). Einem so variablen meteorologischen Elemente gegenüber, wie es der Niederschlag ist, schien es mir geboten, die Verläßlichkeit blos fünfjähriger Durchschnittszahlen dadurch zu erhöhen, daß dieselbe Erscheinung von verschiedenen Seiten der Untersuchung unterzogen erscheint.

Diesem Bestreben entspricht auch Tab. XV. Dividirt man die Summe der Dauer der Niederschläge in den einzelnen Jahreszeiten durch die Häufigkeit der ihnen zugehörigen Winde zur selben Zeit, so sagt der Quotient wie viel Stunden Niederschlag im Mittel zu erwarten ist, wenn jeder Wind einen vollen Tag oder eine volle Nacht wehen würde. In den so erhaltenen Zahlen sprechen sich im Allgemeinen die schon oben dargestellten Verhältnisse aus. Die große Niederschlagsdauer, die dem Nordost im Winter zukommt, rührt von einigen dauernden Schneefällen her, die bei der Seltenheit dieses Windes nicht ausgeglichen wurden. Wenn bei Tage gegenüber der Nacht die Niederschlagsdauer bei allen Winden, den SW. ausgenommen, abnimmt, so darf man daraus noch nicht schließen, daß dies überhaupt der Fall sei, denn es nimmt ja auch die Häufigkeit der Winde bei Tage zu. In der That vertheilten sich die Niederschläge ihrer Dauer nach ziemlich gleichmäßig über Tag und Nacht. Hier folgen die fünfjährigen Mittel:

Niederschlagsdauer in vollen Tagen und Nächten ausgedrückt.

	Winter	Frühling	Sommer	Herbst	Jahr
Tage	12·2	8·3	9·7	9·2	39·3
Nächte . . .	11·3	8·8	8·1	10·5	38·8

Es schien mir nicht uninteressant, auch die Intensitäten der Niederschläge bei verschiedenen Windrichtungen aufzusuchen. Die auf Tafel XVI gegebenen Zahlen sind die Quotienten aus der Niederschlagsdauer (in Stunden ausgedrückt) in die entsprechende Regensumme; sie geben also die Wasserhöhe eines einstündigen Niederschlages. Es stellt sich heraus, daß bei Nacht die Regen bei S. und SW. am ergiebigsten sind. Bei Tage ist im Jahresmittel das Maximum wieder bei SW. und bei West. Eine gleich hohe Zahl kommt auf die Regenhöhe bei Windstille. Betrachtet man das Mittel der Sommertage, so ist die Intensität der Regen bei Nordwind besonders auffallend, es sind

eben hauptsächlich Gewitterregen. Dasselbe dürfte von den Niederschlägen bei SO. gelten. Aus Westen kommen unsere meisten Gewitter, aber auch länger dauernde Regen, daher bewirkt die mittlere Intensität derselben nur ein secundäres Maximum. Ziehen Gewitter und Regengüsse zumeist von Westen herauf, so dreht sich nach den ersten heftigen Ergüssen der Wind meistens weiter nach NW. und die schwächeren, aber dauernden Regen fallen bei Nordwestwind. Nur so erklärt es sich, daß, obgleich das größte Niederschlagsquantum diesem Winde zukommt, doch die mittlere Intensität seiner Regenfälle vergleichsweise gering erscheint.

Schon bei den Regen bei Nord-, Südost- und Westwind zeigt sich eine auffallende Steigerung ihrer Heftigkeit bei Tage. Der aufsteigende Luftstrom, der hierbei im Spiele ist, gelangt aber zur größten Entwicklung bei Windstille. Die Regen bei Windstille im Sommer übertreffen an Ergiebigkeit alle andern. Sie sind, wenn auch schwache Analoga jener Wasserfluthen, die unter den Tropen herabstürzen, wenn die Sonne im Zenithe steht und unter der Macht ihrer scheitelrechten Strahlen die Atmosphäre nur noch von aufsteigenden Strömungen bewegt wird.

Wie ich schon früher bemerkt, sind auch diese Zahlen für die Intensitäten der Niederschläge etwas zu niedrig, da sie auf den autographischen Aufzeichnungen beruhen. Ich versuchte darum auch die im Theresianumsgarten direct gemessenen Regensummen mit der vom Autographen angegebenen Niederschlagsdauer auf obige Weise zu combiniren. Eine theilweise Rechtfertigung hiefür sehe ich darin, daß, wenn auch der Autograph nicht durch jeden Niederschlag wenigstens soweit in Thätigkeit versetzt worden sein mag, um überhaupt solchen zu signalisiren (wenn auch als unmeßbar), andererseits dieser Fehler dadurch ziemlich eliminirt werden dürfte, daß selbst jeder kürzere Niederschlag in den Reductionen der Aufzeichnungen eine volle Stunde einnimmt. So erhielt ich folgende Zahlen:

Mittlere Intensität eines einstündigen Niederschlages in Pariser Linien.

Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Octobr.	Nov.	Dec.
0·17	0·14	0·15	0·24	0·26	0·46	0·46	0·39	0·40	0·24	0·19	0·14

Die Differenzen zwischen den Ergebnissen aus den directen Messungen *(a)* und den autographischen Zeichnungen *(b)* lassen sich in folgenden Mitteln der Jahreszeiten überblicken:

	Winter	Frühling	Sommer	Herbst
a)	0'15	0'22	0'44	0'28
b)	0·12	0·20	0·32	0·17

Ich lasse noch die Niederscblagsdauer der einzelnen Monate selbst folgen, zur besseren Übersicht in vollen Tagen. Januar, Februar, März sind vierjährige, die übrigen Monate fünfjährige Mittel:

Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Octob.	Nov.	Dec.
3·95	4·11	2·25	2·79	3·33	3·29	2·67	2·89	2·24	2·77	4·87	3·65

Winter	Frühling	Sommer	Herbst
11·71	8·37	8·85	9·88

März und September erscheinen als die Zeit der kürzesten Regendauer; der Winter hat viel dauerndere Niederschläge als der Sommer, aber mit den Quantitäten derselben verhält es sich umgekehrt; ein einstündiger Niederschlag liefert im Sommer eine dreimal größere Wassermenge als im Winter. Niederschläge, welche länger als 24 Stunden ununterbrochen andauerten, ereigneten sich während der fünf Jahre im November fünf-, in December vier-; im April drei-, im Mai, Juni, September je zwei-, im October einmal, im Jänner und Februar während vier Jahren auch je einmal.

Wenn man sieht, wie jedesmal im Hochsommer in der Ebene von Wien die Vegetation an Sommerdürre leidet, die Rasenplätze steppenartig sich bräunen, das Laub der Bäume vorzeitig vergilbt und zu fallen beginnt, wie die städtischen Parkanlagen nur durch täglich wiederholtes reichliches Begießen vor demselben Schicksal eben bewahrt bleiben, so hat man ein Recht in einer meteorologischen Arbeit dafür eine Erklärung nachzusuchen. Aber man wird sie kaum angedeutet finden. Zwar ist die jährliche Regenmenge im Wiener Becken schon bedeutend geringer als in Oberösterreich, aber gerade im Sommer findet man sie reichlich gesteigert, auch die Dauer der Niederschläge nimmt zu dieser Jahreszeit nicht etwa auffallend ab. Ersichtlich ist zwar ebenfalls die Verminderung der relativen Feuchtigkeit des Sommers, aber für die Beurtheilung ihres Effects auf die Vegetation fehlt der Maßstab. Das meteorologische Element, worauf es bei Beurtheilung des Effects der Sommerdürre auf die Pflanzenwelt eigentlich ankommt, ist das Verhältniß der Niederschlagssumme zur Evaporation. Der jährliche Gang dieser Verhältnißzahlen an verschiedenen Orten würde erst den wahren Maßstab zur Beurtheilung jenes Einflusses bieten.

I. Anzahl der Tage mit der mittleren Windrichtung.

	N.	NO.	O.	SO.	S.	SW.	W.	NW.
December .	22·5	3·5	14·0	41·0	9·5	4·5	65·5	71·5
Jänner . .	20·0	6·0	17·5	51·5	13·0	8·0	74·0	57·0
Februar . .	25·5	6·5	20·5	31·0	6·0	12·5	64·5	73·5
März . . .	26·5	7·0	17·0	43·5	11·0	18·0	65·5	81·5
April . . .	30·5	9·0	8·0	28·5	21·5	11·0	58·0	68·0
Mai	22·5	11·0	7·5	39·0	21·0	13·5	55·0	66·5
Juni . . .	22·0	10·0	1·0	27·0	19·0	16·5	69·0	83·5
Juli	14·0	5·0	4·5	13·5	10·0	14·0	102·0	91·0
August . .	13·0	4·0	7·5	23·0	19·0	25·0	81·0	83·5
September .	16·0	8·0	6·5	32·5	12·5	14·5	72·5	73·5
October . .	7·5	4·5	9·5	62·0	16·0	17·0	45·5	47·0
November .	17·5	8·0	20·0	55·0	11·0	5·5	43·0	57·0
Jahr . . .	237·5	82·5	133·5	447·5	169·5	160·0	735·5	853·5

Vertheilung nach Precenten.

	N.	NO.	O.	SO.	S.	SW.	W.	NW.
Winter . .	9·3	2·2	7·2	17·2	3·9	3·5	28·3	28·1
Frühling .	10·8	3·7	4·3	14·9	7·2	5·7	24·1	29·1
Sommer . .	6·4	2·5	1·8	8·3	6·3	7·3	33·2	33·9
Herbst . .	6·1	3·1	5·4	22·6	5·9	5·6	24·3	26·8
Jahr . . .	8·1	2·9	4·7	15·7	5·8	5·5	27·5	29·5

II. Häufigkeit der Winde bei Nacht und bei Tage (in Precenten).

	N.	NO.	O.	SO.	S.	SW.	W.	NW.	Winde	Calmen
Nacht.										
Winter . .	6·9	1·6	3·2	14·1	4·6	5·8	23·6	40·2	56	34
Frühling .	9·8	2·2	3·0	15·5	8·7	7·9	22·2	30·8	59	33
Sommer . .	6·1	1·8	2·0	5·5	5·1	9·1	32·6	37·8	54	38
Herbst . .	6·7	1·5	4·3	26·0	5·4	4·6	22·2	29·2	44	47
Jahr . . .	7·4	1·8	3·1	15·2	5·8	6·8	25·2	34·5	213	152
Tag.										
Winter . .	8·6	1·2	3·3	17·5	5·1	5·6	22·6	36·5	60·5	29·5
Frühling .	12·3	2·0	3·7	23·0	7·4	6·6	17·5	28·0	71·4	20·6
Sommer . .	10·2	1·2	2·7	10·9	6·1	4·9	23·2	40·8	67·7	24·3
Herbst .	8·6	3·0	5·6	23·5	6·4	5·1	20·9	26·9	57·6	33·4
Jahr . . .	9·9	1·8	3·8	18·6	6·2	5·5	21·0	33·0	257·2	107·8

	N.	NO.	O.	SO.	S.	SW.	W.	NW.
				Änderungen von der Nacht zum Tage.				
Frühling . .	+ 2·5	— 0·2	+ 0·7	+ 7·5	— 1·3	— 1·3	— 4·7	— 2·8
Sommer . .	+ 4·1	— 0·6	+ 0·7	+ 5·4	+ 1·0	— 4·2	— 9·4	+ 3·0
Herbst . .	+ 1·9	+ 1·5	+ 1·3	— 2·5	+ 1·0	+ 0·5	— 1·3	— 2·3
Winter . .	+ 1·7	— 0·4	+ 0·1	+ 3·4	+ 0·5	— 0·2	— 1·0	— 3·7
Jahr . . .	+ 2·5	+ 0·0	+ 0·7	+ 3·4	+ 0·4	— 1·3	— 4·1	— 1·5
				Mittel aus Tag und Nacht				
Winter . .	7·7	1·4	3·2	15·8	4·8	5·7	23·1	38·3
Frühling .	11·0	2·1	3·3	19·2	8·0	7·2	19·8	29·4
Sommer . .	8·1	1·5	2·3	8·2	5·6	7·0	27·9	39·3
Herbst . .	7·6	2·2	4·9	24·7	5·9	4·8	21·5	28·0
Jahr . . .	8·6	1·8	3·5	16·9	6·0	6·1	23·0	33·7

III. Barometrische Windrose von Wien.

	N.	NO.	O.	SO.	S.	SW.	W.	NW.
				300 Pariser Linien +				
December .	32·08	33·60	31·57	30·60	31·38	28·82	29·55	30·66
Jänner . .	31·87	29·30	32·50	31·68	29·89	28·09	29·98	30·98
Februar . .	30·26	32·05	31·25	31·25	29·24	28·44	29·24	30·16
März . . .	30·85	30·84	29·96	29·28	28·05	28·07	28·81	29·53
April . . .	30·26	29·78	29·16	28·81	28·08	28·73	28·89	29·18
Mai	29·75	30·70	28·46	28·38	27·80	28·98	28·81	29·53
Juni . . .	30·09	30·43	29·70	29·23	28·63	29·03	28·74	29·47
Juli . . .	30·85	31·17	28·84	29·33	29·19	29·58	29·15	29·94
August . .	30·97	30·16	29·77	29·76	29·79	29·15	29·61	30·19
September .	31·76	30·96	30·04	29·89	29·33	29·68	30·26	30·50
October . .	31·47	30·10	30·83	30·74	29·67	28·81	29·64	31·31
November .	31·79	32·46	31·17	30·18	28·45	26·13	29·19	30·75
Winter . .	31·40	31·65	31·77	31·17	30·26	28·45	29·59	30·60
Frühling .	30·29	30·44	29·19	28·82	27·97	28·59	28·84	29·41
Sommer . .	30·64	30·59	29·44	29·44	29·20	29·25	29·16	29·86
Herbst . .	31·67	31·17	30·68	30·27	29·15	28·20	29·69	30·85
Jahr . . .	31·00	30·96	30·27	29·92	29·14	28·62	29·32	30·18

IV. Änderungen der Tagesmittel des Luftdruckes.

a) Vom Vortage zum Tage mit der mittleren Windrichtung:

	N.	NO.	O.	SO.	S.	SW.	W.	NW.
December .	+1·39	+0·66	+0·22	—0·86	—0·79	—0·64	+0·38	+0·35
Jänner . .	+0·75	+0·46	—0·39	—0·80	—0·62	—0·72	+0·23	+0·62
Februar . .	+0·86	+1·57	—0·10	—0·79	—0·72	—0·59	—0·12	+1·02
März . . .	+1·74	—0·12	—0·51	—0·86	—0·94	—0·27	—0·07	+0·45
April . . .	+0·82	+0·49	—0·76	—1·07	—0·87	—0·43	—0·00	+0·82
Mai	+0·08	+0·78	—0·92	—0·58	—0·60	—0·50	+0·52	+0·34
Juni . . .	+0·59	+0·73	—0·05	—0·41	—0·84	—0·13	+0·11	+0·32
Juli . . .	+0·25	+0·77	—0·93	—1·13	—0·91	—0·82	+0·15	+0·40
August . .	+0·52	+0·59	—0·33	—0·56	—0·76	—0·24	+0·14	+0·36
September .	+0·56	+0·16	—0·39	—0·84	—0·79	+0·04	+0·09	+0·30
October . .	+0·93	+0·34	—0·13	—0·50	—0·61	+0·52	—0·01	+0·53
November .	+0·85	+0·40	—0·42	—0·47	—1·24	—1·39	—0·49	+0·86
Winter . .	+1·00	+0·89	—0·09	—0·82	—0·71	—0·65	+0·16	+0·66
Frühling .	+0·88	+0·38	—0·73	—0·84	—0·80	—0·40	+0·15	+0·54
Sommer . .	+0·45	+0·69	—0·43	—0·70	—0·84	—0·59	+0·13	+0·36
Herbst . .	+0·78	+0·30	—0·31	—0·60	—0·88	—0·28	—0·14	+0·56
Jahr . . .	+0·78	+0·56	—0·39	—0·74	—0·81	—0·48	+0·07	+0·53

V. Änderungen der Tagesmittel des Luftdruckes.

b) Vom Tage mit der bestimmten Windrichtung zum folgenden Tage.

	N.	NO.	O.	SO.	S.	SW.	W.	NW.
December .	+0·17	—0·12	—1·16	—0·68	—0·16	+0·48	+0·33	+0·71
Jänner . .	+0·36	+1·23	—0·61	—0·70	—0·53	+0·29	+0·03	+0·68
Februar . .	+0·33	—0·21	—0·21	—1·00	+1·41	—0·60	+0·23	+0·66
März . . .	+0·33	—0·47	—0·59	—0·50	—0·32	—0·24	+0·36	+0·63
April . . .	+0·29	+0·12	—0·65	—0·81	—0·58	—0·47	—0·14	+0·46
Mai	+0·00	—0·16	—0·44	—0·33	+0·49	+0·33	+0·34	+0·24
Juni . . .	+0·25	+0·11	—0·30	—0·31	—0·01	—0·14	+0·29	+0·13
Juli	+0·32	—0·24	—0·01	—0·12	+0·53	+0·61	+0·26	+0·16
August . .	+0·04	+0·41	—0·32	—0·16	—0·37	+0·42	+0·26	+0·29
September .	+0·11	—0·50	—1·40	—0·46	—0·46	+0·65	+0·36	+0·37
October . .	+0·31	+0·73	—0·34	—0·27	—0·26	+0·11	+0·34	+0·72
November .	+0·16	—0·11	—0·77	—0·54	—0·40	+0·13	+0·23	+0·45
Winter . .	+0·29	+0·30	—0·66	—0·79	+0·24	+0·06	+0·19	+0·68
Frühling .	+0·21	—0·17	—0·56	—0·58	—0·14	—0·12	+0·19	+0·44
Sommer . .	+0·20	+0·09	—0·21	—0·19	+0·05	+0·29	+0·27	+0·19
Herbst . .	+0·19	+0·04	—0·84	—0·42	—0·37	+0·29	+0·31	+0·51
Jahr . . .	+0·22	+0·06	—0·57	—0·49	—0·05	+0·13	+0·24	+0·45

VI. Thermische Windrose (in Graden Reaumur).

	N.	NO.	O.	SO.	S.	SW.	W	NW.
December .	—2·78	—2·64	—2·10	—1·60	—0·30	+1·30	+1·44	+0·38
Jänner . .	—2·41	—2·50	—2·92	—1·18	—0·54	+1·52	+1·75	+0·02
Februar . .	—1·90	—1·47	—2·45	—1·43	+1·10	+3·28	+2·21	—0·41
März . . .	2·15	1·24	2·28	3·63	5·61	5·23	4·16	3·33
April . . .	6·44	7·79	8·59	8·74	9·71	7·91	6·66	6·98
Mai	10·16	11·16	12·66	12·68	13·07	12·90	10·93	10·26
Juni . . .	13·64	14·18	20·50	17·18	17.50	15·58	13·66	13·88
Juli . . .	15·26	17·00	18·76	17·67	17·96	18·02	15·07	15·12
August . .	14·37	16·86	16·79	17·49	18·35	15·51	14·92	14·93
September .	10·79	12·97	14·21	13 31	14·60	14·70	12·25	11·72
October . .	8·95	10·37	8·44	9·30	10·17	9·84	9·53	8·80
November .	0·54	0·56	2·09	2·83	1·17	5·13	2·58	2·12
Winter . .	—2·36	—2·20	—2·49	—1·40	+0·09	+2·03	+1·80	+0·27
Frühling .	6·25	6·73	7·84	8·35	9·46	8·68	7·25	6·86
Sommer . .	14·42	16·01	18·68	17·45	17·94	16·37	14·55	14·64
Herbst . .	6·76	7·96	8·25	8·48	8·65	9·89	8·12	7·55
Jahr . . .	6·27	7·12	8·07	8·22	9·03	9 24	7·93	7·33

	Minimum	Maximum	Differenz
Winter . .	O	SW	4·52
Frühling . .	N	S	3·21
Sommer . .	N	O	4·26
Herbst . .	N	SW	3·13
Jahr . . .	N	SW	2·97

VII. Änderungen der Tagesmittel der Temperatur.

a) Vom Vortage zum Tage mit der mittleren Windrichtung.

	N.	NO.	O.	SO.	S.	SW.	W.	NW.
December .	—2·54	—1·75	—1·38	—0·13	+0·04	+1·74	+0·69	—0·50
Jänner . .	—0·80	—1·35	—0·69	+0·05	+0·20	+0·04	+0·61	—0·27
Februar . .	—1·17	—1·96	—0·37	+0·17	+0·32	+0·23	+0·91	—0·31
März . .	—0·88	—0·73	—0·10	+0·46	+1·29	+0·82	+0·39	—0·31
April . . .	—0·65	—1 61	+0·74	+1·18	+1·07	+1·03	+0·30	—0·67
Mai	—0·14	—0·27	+1·40	+0·92	+0·98	—0·35	—0·17	—0·77
Juni . . .	—0·68	+0·18	+1·50	+0·74	+0·58	+0·76	—0·64	—0·30
Juli . . .	—0·82	+0·26	+0·62	+1·27	+1·14	+0·46	—0·23	—0·56
August . .	—0·48	—0·52	+0·56	+0·95	+0·80	+0·23	—0·07	—0·50
September .	—1·06	—0·16	+0·33	+0·83	+1·23	+0·84	—0·18	—0·87
October . .	—0·80	—0·04	—0·38	—0·16	+0·30	—0·35	—0·19	—0·67
November .	—1·46	—1·80	—0·57	+0·38	+0·99	+0·11	—0·22	—0·56

	N.	NO.	O.	SO.	S.	SW.	W.	NW.
Frühling .	−0·56	−0·87	+0·68	+0·85	+1·11	+0·50	+0·14	−0·58
Sommer . .	−0·66	−0·03	+0·89	+0·98	+0·84	+0·48	−0·31	−0·45
Herbst . .	−1·11	−0·67	−0·21	+0·35	+0·84	+0·20	−0·19	−0·70
Winter . .	−1·50	−1·69	−0·81	+0·03	+0·19	+0·67	+0·74	−0·36
Jahr . . .	−0·96	−0·81	+0·14	+0·55	+0·74	+0·46	+0·09	−0·52
Frühling-Sommer .	−0·61	−0·45	+0·78	+0·91	+0·97	+0·49	−0·08	−0·51
Herbst-Winter . . .	−1·30	−1·18	−0·51	+0·19	+0·51	+0·43	+0·28	−0·53

VIII. Änderungen der Tagesmittel der Temperatur.

b) Vom Tage mit der bestimmten Windrichtung zum nachfolgenden Tage.

	N.	NO.	O.	SO.	S.	SW.	W.	NW.
December .	−1·75	+0·56	−0·10	+0·76	+0·11	+0·92	−0·32	−0·43
Jänner . .	−1·32	−2·35	+0·04	+0·11	+0·62	+0·29	−0·50	−0·38
Februar . .	−0·64	−1·74	+0·53	+0·47	+1·19	−0·05	−0·24	−0·37
März . . .	−0·16	−0·84	+0·36	+0·52	−0·51	+0·14	−0·14	−0·30
April . . .	−0·56	−0·18	+0·33	+0·44	−0·57	+0·60	+0·31	−0·17
Mai	−0·80	−0·22	−0·25	+0·45	−0·17	−1·02	+0·05	−0·03
Juni . . .	+0·31	+0·43	+0·50	−0·65	−1·40	+0·48	+0·19	+0·31
Juli . . .	−0·28	+0·12	−1·44	−0·61	−1·03	−0·61	+0·12	+0·18
August . .	−0·19	−1·06	+0·34	−0·40	−0·38	+0·36	+0·02	−0·29
September .	−0·61	−0·97	+0·49	+0·61	+0·28	−0·60	−0·62	−0·55
October . .	+0·01	−0·03	+0·54	−0·08	−0·44	−0·47	−0·47	−0·44
November .	−1·41	−0·82	−0·41	+0·31	+0·61	+0·03	−0·39	−0·96
Frühling . .	−0·51	−0·41	+0·15	+0·47	−0·42	−0·09	+0·07	−0·17
Sommer . .	−0·05	−0·17	−0·20	−0·55	−0·94	+0·08	+0·11	+0·07
Herbst . .	−0·67	−0·61	+0·21	+0·28	+0·11	−0·35	−0·49	−0·65
Winter . .	−1·24	−1·18	+0·16	+0·45	+0·64	+0·39	−0·35	−0·39
Jahr . . .	−0·62	−0·59	+0·08	+0·16	−0·15	+0·01	−0·16	−0·26
Frühling-Sommer .	−0·28	−0·29	−0·03	−0·04	−0·68	0·00	+0·09	−0·05
Herbst-Winter . . .	−0·95	−0·89	+0·18	+0·37	+0·38	+0·02	−0·42	−0·52



IX. Atmische Windrose.

a) Dunstdruck in Pariser Linien.

	N.	NO.	O.	SO.	S.	SW.	W.	NW.
December .	1·40	1·40	1·49	1·59	1·70	1·84	1·77	1·70
Jänner . .	1·29	1·44	1·47	1·58	1·58	1·75	1·73	1·56
Februar . .	1·32	1·41	1·24	1·58	1·75	1·85	1·81	1·61
März . . .	1·68	1·74	1·86	2·05	2·16	2·03	1·92	1·83
April . . .	2·06	2·43	2·84	2·61	2·69	2·41	2·56	2·67
Mai	3·13	3·07	4·04	3·93	3·76	3·79	3·43	3·27
Juni . . .	3·85	3·80	7·00	5·08	5·16	4·66	4·28	4·19
Juli	4·17	4·47	5·88	5·26	5·26	4·97	4·57	4·52
August . .	4·38	4·64	5·00	5·22	5·34	4·59	4·77	4·71
September .	3·47	4·07	4·76	4·19	4·56	4·46	3·92	3·85
October . .	3·16	3·86	3·35	3·44	3·52	3·53	3·32	3·20
November .	1·62	1·74	2·19	2·29	2·82	2·60	1·87	1·84
Winter . .	1·34	1·42	1·40	1·58	1·67	1·81	1·77	1·62
Frühling . .	2·29	2·41	2·91	2·86	2·87	2·74	2·64	2·59
Sommer . .	4·13	4·30	5·96	5·18	5·25	4·74	4·54	4·47
Herbst . .	2·75	3·22	3·43	3·30	3·63	3·53	3·04	2·96
Jahr . . .	2·63	2·84	3·42	3·23	3·35	3·20	2·99	2·91
Frühling-Sommer .	3·21	3·35	4·43	4·02	4·06	3·47	3·59	3·53
Herbst-Winter . . .	2·04	2·32	2·41	2·44	2·65	2·67	2·40	2·29

b) Feuchtigkeit in Procenten der Sättigung.

	N.	NO.	O.	SO.	S.	SW.	W.	NW.
December .	81·3	89·0	89·4	89·7	84·3	78·0	74·8	78·5
Jänner . .	80·9	86·7	92·0	87·7	79·7	78·2	74·5	76·5
Februar . .	76·8	79·9	85·7	87·0	80·3	70·2	68·9	73·2
März . . .	67·0	78·2	75·4	74·0	69·8	64·0	66·1	68·0
April . . .	59·6	61·4	36·0	61·8	58·3	60·3	67·5	69·0
Mai	64·2	59·1	69·5	65·5	61·2	64·3	65·8	67·0
Juni . . .	60·6	58·0	68·0	62·2	62·4	63·4	66·4	64·8
Juli . . .	56·7	57·0	54·6	63·1	60·5	59·5	63·0	63·4
August . .	63·8	57·0	60·0	62·0	60·0	63·9	68·2	68·2
September .	67·3	68·8	73·0	68·5	67·0	66·0	68·3	69·0
October . .	72·0	83·0	79·7	75·2	74·7	76·0	74·0	73·0
November .	76·5	82·7	85·3	89·0	86·0	80·7	71·8	65·6

	N.	NO.	O.	SO.	S.	SW.	W.	NW.
Winter . .	80	85	89	88	81	75	73	76
Frühling .	64	66	70	67	63	63	66	68
Sommer . .	60	57	61	62	61	62	66	65
Herbst . .	72	78	79	84	76	74	71	69
Jahr . . .	69	71	75	75	70	68	69	69
Frühling-Sommer .	62	61	65	64	62	62	66	66
Herbst-Winter . . .	76	81	84	86	78	75	72	73

X. Nephische Windrose.

	N.	NO.	O.	SO.	S.	SW.	W.	NW.
December .	7·0	7·5	6·6	7·6	7·0	7·4	6·7	7·6
Jänner . .	7·7	8·3	8·4	7·9	7·0	7·3	6·6	7·3
Februar . .	7·7	6·5	3·9	5·9	7·1	6·0	6·3	6·7
März . . .	6·8	5·7	6·5	4·9	5·3	5·7	6·4	6·4
April . . .	5·9	4·5	5·5	3·8	4·0	4·8	6·0	6·9
Mai	6·1	5·1	4·9	4·0	2·9	4·5	5·6	6·1
Juni . . .	5·6	3·8	0·0	3·0	3·7	4·0	6·4	5·8
Juli . . .	4·5	2·8	5·0	2·7	2·3	4·1	5·2	5·5
August . .	3·4	1·1	2·6	1·9	2·0	5·0	5·2	5·4
September .	4·5	4·4	1·9	3·5	3·2	4·5	5·0	5·3
October . .	5·5	6·5	4·7	3·4	3·8	6·5	6·7	6·5
November .	8·2	7·6	7·2	8·4	8·0	6·8	6·6	7·3
Winter . .	7·5	7·4	6·3	7·1	7·0	6·9	6·5	7·2
Frühling . .	6·3	5·1	5·6	4·2	4·1	5·0	6·0	6·5
Sommer . .	4·5	2·6	2·5	2·5	2·7	4·3	5·6	5·5
Herbst . .	6·1	6·2	4·6	5·1	5·0	5·9	6·1	6·4
Jahr . . .	6·1	5·3	4·8	4·7	4·7	5·5	6·0	6·4
Frühling und Sommer .	5·4	3·8	4·0	3·3	3·4	4·6	5·8	6·0
Herbst und Winter . .	6·8	6·8	5·4	6·1	6·0	6·4	6·3	6·8

XI. Regenwindrose.

Mittlere Niederschlagssummen in Pariser Linien.

	N.	NO.	O.	SO.	S.	SW.	W.	NW.
December .	0·81	0·01	0·26	1·80	0·14	0·16	5·03	5·26
Jänner . .	0·99	0·99	0·61	2·30	0·45	0·10	3·59	4·34
Februar . .	2·03	0·25	0·14	1·03	0·14	0·45	3·69	3·52
März . . .	0·62	0·49	0·14	0·56	0·63	0·25	4·86	5·23
April . . .	1·49	0·67	0·02	0·10	0·83	1·27	6·21	9·37
Mai	3·41	0·49	0·69	1·80	1·23	1·72	4·06	12·70
Juni . . .	2·50	0·08	0·00	0·05	1·79	0·94	8·10	11·23
Juli . .	0·95	0·00	0·00	0·25	0·26	0·51	8·14	11·74
August . .	0·54	0·00	0·03	0·46	0·04	1·50	9·19	8·59
September .	1·44	0·45	0·10	0·13	0·00	0·08	5·53	7·12
October . .	0·55	0·08	0·73	0·56	0·21	0·83	3·68	5·03
November .	1·39	0·25	0·72	1·18	0·16	1·28	3·78	3·90
Winter . .	3·83	1·25	1·01	5·13	0·73	0·71	12·31	13·12
Frühling .	5·52	1·65	0·85	2·46	2·69	3·24	15·13	27·30
Sommer . .	3·99	0·08	0·03	0·76	2·09	2·95	25·43	31·56
Herbst . .	3·38	0·78	1·55	1·87	0·37	2·19	12·99	16·05
Jahr . . .	16·72	3·76	3·44	10·22	5·88	9·09	65·86	88·03
Auf ein einmaliges Wehen des Windes kommt ein Niederschlag von								
Winter . .	0'''59	0'''38	0'''21	0'''41	0'''27	0'''37	0'''70	0'''74
Frühling .	0·96	0·69	0·22	0·22	0·42	0·85	1·20	1·45
Sommer . .	0·62	0·03	0·05	0·14	0·47	0·53	1·13	1·34
Herbst . .	0·93	0·36	0·39	0·12	0·00	0·98	0·94	1·08
Jahr . . .	0·77	0·36	0·22	0·22	0·32	0·68	0·95	1·15

XII. Regenwindrose von Wien.

Nach autographischen Aufzeichnungen 1853—1857. In Pariser Linien.

	N.	NO.	O.	SO.	S.	SW.	W.	NW.	Calmen
December .	0·20	0·28	0·00	1·15	0·39	0·46	2·83	1·64	2·86
Jänner . .	0·19	0·56	0·36	0·31	0·77	1·62	3·06	3·29	2·74
Februar . .	0·49	0·11	0·01	0·47	0·02	0·39	3·06	3·43	3·20
März . . .	0·27	0·14	0·14	1·64	0·42	0·19	0·73	1·24	1·34
April . . .	0·64	0·00	0·15	0·22	0·21	2·43	3·90	2·77	1·83
Mai	0·86	0·01	0·81	1·09	0·94	1·24	4·12	5·64	4·97

	N.	NO.	O.	SO.	S.	SW.	W.	NW.	Calmen
Juni . . .	1·73	0·00	0·02	0·03	0·26	0·94	6·83	7·14	9·83
Juli . . .	0·84	0·00	0·00	0·36	0·00	1·39	9·80	8·27	3·96
August . .	1·57	0·00	0·00	0·12	0·14	0·82	3·80	6·50	8·75
September .	0·48	0·00	0·45	0·10	0·10	0·16	3·09	9·12	4·75
October . .	0·52	0·00	0·01	0·59	0·03	0·19	2·05	4·05	4·39
November .	0·48	0·52	0·06	0·41	0·09	0·96	5·46	4·03	6·82
Winter . .	0·88	0·95	0·46	1·93	1·18	2·65	8·95	8·36	8·80
Frühling . .	1·77	0·15	1·10	2·95	1·57	3·86	8·75	9·65	8·14
Sommer . .	4·14	0·00	0·02	0·51	0·40	3·15	20·48	21·91	22·54
Herbst . .	1·48	0·02	0·52	1·10	0·22	1·31	10·60	17·20	15·96
Jahr . . .	8·27	1·12	2·10	6·49	3·37	10·97	48·78	57·12	55·44

XIII. Vertheilung der mittleren Niederschlagssummen bei Nacht und bei Tage nach Windrichtungen und Windstillen.

	N.	NO.	O.	SO.	S.	SW.	W.	NW.	Calmen
					Nacht.				
Winter . .	0·56	0·35	0·17	1·13	1·05	1·98	5·13	3·84	2·55
Frühling .	0·46	0·00	0·72	0·89	1·03	1·45	4·23	4·14	4·58
Sommer . .	1·10	0·00	0·00	0·00	0·32	1·25	7·97	10·63	5·77
Herbst . .	0·69	0·02	0·03	0·38	0·02	0·50	4·81	7·66	8·53
Jahr . . .	2·81	0·37	0·92	2·40	2·42	5·18	22·14	26·27	21·43
					Tag.				
Winter . .	0·32	0·61	0·29	0·79	0·13	0·67	3·82	4·53	6·25
Frühling .	1·30	0·14	0·38	2·06	0·54	2·41	4·53	5·53	3·56
Sommer . .	3·04	0·00	0·03	0·51	0·08	1·87	12·53	11·28	16·75
Herbst . .	0·79	0·00	0·48	0·71	0·20	0·83	5·78	9·53	7·39
Jahr . . .	5·45	0·75	1·18	4·07	0·95	5·78	26·66	30·87	33·95
					Vertheilung nach Procenten. Jahr.				
Nacht . . .	4·5	0·6	1·4	3·8	3·9	8·3	35·4	42·0	25·5
Tag . . .	7·2	1·0	1·6	5·3	1·2	7·7	35·2	40·8	20·9
Differenz .	+2·7	+0·4	+0·2	+1·5	—2·7	—0·6	—0·2	—1·2	+5·4
					Quotient aus Tagessummen : Nachtsummen.				
Jahr . . .	1·9	2·0	1·3	1·7	0·4	1·1	1·2	1·1	1·6

XIV. Dauer der Niederschläge (in Procenten).

	N.	NO.	O.	SO.	S.	SW.	W.	NW.	Winde	Calmen
Nacht.										
Winter	6·1	4·3	3·0	12·6	7·5	7·6	24·1	35·1	70·9	29·1
Frühling	7·6	0·3	3·6	8·8	4·2	7·5	28·2	39·6	73·5	26·5
Sommer	5·5	0·0	0·0	0·1	0·7	3·8	38·1	51·8	78·6	21·4
Herbst	8·1	0·7	1·9	12·7	0·2	4·0	29·3	42·8	59·4	40·6
Jahr	6·8	1·3	2·1	8·5	3·2	5·6	29·9	42·3	70·6	29·4
Tag.										
Winter	8·0	3·3	4·0	12·9	3·0	7·4	24·5	36·9	60·0	40·0
Frühling	6·6	0·9	2·2	14·6	3·2	9·4	24·4	38·7	80·6	19·4
Sommer	6·8	0·0	0·2	1·9	0·9	9·1	34·9	46·0	76·7	23·3
Herbst	6·2	0·0	3·2	10·7	3·6	2·8	32·6	40·9	62·5	37·5
Jahr	6·9	1·0	2·4	10·0	2·7	7·2	29·1	40·6	69·9	30·0
Mittel aus Tag und Nacht.										
Jahr	6·8	1·1	2·2	9·2	2·9	6·4	29·5	41·4	70·2	29·7

XV. Mittlere Dauer der Niederschläge in Stunden.

	N.	NO.	O.	SO.	S.	SW.	W.	NW.	Calmen
Nacht.									
Winter	1·51	4·66	1·62	1·53	2·77	2·28	1·76	1·50	1·17
Frühling	0·92	0·14	1·40	0·68	0·58	1·14	1·53	1·54	0·73
Sommer	1·28	0·00	0·00	0·03	0·19	0·58	1·63	1·91	0·53
Herbst	1·89	0·71	0·71	0·77	0·08	1·38	2·08	2·32	1·03
Jahr	1·40	1·38	0·93	0·75	0·90	1·34	1·75	1·82	0·86
Tag.									
Winter	1·36	4·00	1·78	1·01	0·83	1·97	1·58	1·49	2·13
Frühling	0·64	0·50	0·69	0·71	0·45	1·59	1·57	1·64	0·93
Sommer	0·82	0·00	0·11	0·23	0·19	2·39	1·92	1·46	1·09
Herbst	0·86	0·00	0·34	0·53	0·65	0·64	1·83	1·78	1·21
Jahr	0·91	1·12	0·68	0·62	0·53	1·65	1·72	1·59	1·34
Mittel aus Tag und Nacht.									
Jahr	1·15	1·25	0·80	0·68	0·71	1·49	1·74	1·70	1·10

XVI. Mittlere Intensität eines einständigen Niederschlages (in Pariser Linien).

	N.	NO.	O.	SO.	S.	SW.	W.	NW.	Calmen
Nacht.									
Winter . .	0·09	0·08	0·06	0·09	0·14	0·27	0·22	0·11	0·06
Frühling .	0·08	0·02	0·28	0·14	0·34	0·27	0·21	0·14	0·18
Sommer . .	0·26	—	—	0·02	0·63	0·44	0·27	0·27	0·24
Herbst . .	0·12	0·03	0·02	0·04	0·08	0·17	0·23	0·25	0·17
Jahr . . .	0·14	0·04	0·12	0·07	0·29	0·28	0·23	0·19	0·16
Tag.									
Winter . .	0·05	0·21	0·08	0·07	0·05	0·10	0·18	0·14	0·11
Frühling .	0·25	0·20	0·21	0·17	0·21	0·32	0·23	0·18	0·18
Sommer . .	0·52	—	0·13	0·30	0·10	0·24	0·41	0·28	0·63
Herbst . .	0·19	—	0·22	0·09	0·08	0·43	0·26	0·35	0·18
Jahr . . .	0·25	0·20	0·16	0·15	0·11	0·27	0·27	0·24	0·27
Mittel aus Tag und Nacht.									
Jahr . . .	0·19	0·12	0·14	0·11	0·20	0·27	0·25	0·21	0·21

XXIV. SITZUNG VOM 17. OCTOBER 1867.

Das k. k. Statthalterei-Präsidium von Mähren dankt mit Zuschrift vom 13. October l. J. für die Betheilung des k. k. technischen Institutes in Brünn mit den Sitzungsberichten der Classe.

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Académie Impériale des Sciences de St. Pétersbourg: Mémoires. Tome IX. 2; Tome X. 1, 2; Tome XI. 1. St. Pétersbourg, 1866 & 1867; 8° (Russisch.)

Academy, The Royal Irish: Transactions. Vol. XXIV. Science, Parts 7 & 8. Dublin, 1866 & 1867; 4°. — Proceedings. Vol. IX, Part 4. Dublin, 1867; 8°.

Akademie der Wissenschaften, Königl. Bayer.: Abhandlungen der histor. Classe. IX. Band, 3. Abth.; Abhandlungen der mathem.-physik. Classe. X. Band, 1. Abth. (nebst den zugehörigen Separatabdrücken). München, 1866; 4°. — Bischoff, Th. L. W., Über die Brauchbarkeit der in verschiedenen europäischen Staaten veröffentlichten Resultate des Recrutirungs-Geschäftes zur Beurtheilung des Entwicklungs- und Gesundheitszustandes ihrer Bevölkerungen. München, 1867; 8°. — Giesebrecht, Wilh. v., Über einige ältere Darstellungen der deutschen Kaiserzeit. München, 1867; 4°. — Geschäfts-Ordnung. München, 1866; 8°. — Sitzungsberichte. 1867. I, Heft 4; II, Heft 1. München, 1867; 8°.

American Journal of Science and Arts. 2d Series. Vol. XLIII, Nrs. 128—129. New Haven, 1867; 8°.

Astronomische Nachrichten. Nr. 1661. Altona, 1867; 4°.

Commission hydrométrique et des orages de Lyon: Résumé des observations 1866. 23e Année. gr. 8°.

Cosmos. 3e Série. XVIe Année, Tome I, 2e Livraison. Paris, 1867; 8°.

Duchartre, P., Eléments de botanique comprenant l'anatomie, l'organographie, la physiologie des plantes, les familles naturelles et la géographie botanique. Paris, Londres & Madrid, 1867; 8°.

Genootschap, Provinciaal Utrechtsch, van Kunsten en Wetenschappen: Aanteekeningen van het verhandelde in de Sectie-Vergaderingen. 1866. 8°. — Verslag van het verhandelde in de algemeene Vergadering. 1866. 8°. — Moddermann, Mr. W., De wettelijke bewijsleer in strafzaken. Utrecht, 1867; 8°.

Gesellschaft, Zoologische, zu Frankfurt a/M.: Der zoologische Garten. VIII. Jahrg. 1867. Nr. 1—6. Frankfurt a/M.; 8°.

— Naturforschende, in Emden: 52. Jahresbericht. 1866. Emden, 1867; 8°.

Gewerbe-Verein, n.-ö.: Verhandlungen und Mittheilungen. XXVIII. Jahrg., Nr. 21. Wien, 1867; 8°.

Kiel, Universität: Schriften aus dem Jahre 1866. Band XIII. Kiel, 1867; 4°.

Land- und forstwirthschaftliche Zeitung. 17. Jahrg., Nr. 41. Wien, 1867; 4°.

Matteucci, Carlo, Sulle correnti elettriche della terra. Firenze, 1867; 4°.

Mayr, Gustav L., Diagnosen neuer Hemipteren III. — Diagnosen neuer und wenig gekannter Formiciden. (Verhdlgn. der k. k. zool.-bot. Ges. 1866.) 8°. — Vorläufige Studien über die Radoboj-Formiciden in der Sammlung der k. k. geol. Reichsanstalt. (Jahrb. d. k. k. geol. R. A. 1867.) 4°. — *Adnotationes in monographiam formicidarum Indo-Neerlandicarum.* (Tijdschrift voor Entomologie Dl. X. 1867.) 8°.

Owen, Richard, Memoir on the Dodo (*Didus ineptus*, Linné). London, 1866; 4°.

Pollender, Alois, Über das Entstehen und die Bildung der kreisrunden Öffnungen in der äußeren Haut des Blüthenstaubes nachgewiesen an dem Baue des Blüthenstaubes der Cucurbitaceen und Onagrarien. Bonn, 1867; 4°.

Reichsanstalt, k. k. geologische: Jahrbuch. Jahrg. 1867. XVII. Band, Nr. 3. Wien; 4°.

Reports of Bvt. Brig. Gen. D. C. Mc Callum, and the Provost Marshal General in two Parts. Washington, 1866; 8°.

Société littéraire, scientifique et artistique d'Apt: Annales. II[me] Année. 1864—1865. Apt, 1866; 8°.

— Hollandaise des Sciences à Harlem: Archives Néerlandaise des Sciences exactes et naturelles. Tome I, 5[me] Livraison; Tome II, 1[re] — 2[me] Livraisons. La Haye, 1866—1867; 8°. — Natuurkundige Verhandelingen. XXIV. Deel, 1.—3. Stuk; XXV. Deel, 1 Stuk. Haarlem, 1866; 4°.

— Impériale des Sciences naturelles de Cherbourg: Mémoires. Tome XI. (II[e] Série, Tome I.) Paris & Cherbourg, 1865; 8°.

— de Physique et d'Histoire naturelle de Genève: Mémoires. Tome XIX, 1[re] Partie. Genève, Paris, Bale, 1867; 4°.

Society the Royal Geographical: Journal. Vol. XXXVI. 1866. London; 8°. — Proceedings. Vol. XI, Nrs. 3 — 5. London, 1867; 8°.

Strohecker, Jonas Rudolph, Die Hackwaldwirthschaft. München, 1867; 8°.

Tilscher, Franz, System der technisch-malerischen Perspective. Mit 1 Atlas. Prag, 1867; 8° & Folio.

Verein, naturhistorischer, der preuss. Rheinlande & Westphalens: Verhandlungen. XXIII. Jahrg. (III. Folge, 3. Jahrg.) Bonn, 1866; 8°.

— physikalischer, zu Frankfurt a/M.: Jahres-Bericht 1865—1866. 8°.

Wiener medizin. Wochenschrift. XVII. Jahrg., Nr. 82—83. Wien, 1867; 4°.

Wochen-Blatt der k. k. steierm. Landwirthschafts-Gesellschaft. XVI. Jahrg. Nr. 21. Gratz, 1867; 4°.

Zeitschrift des österr. Ingenieur- und Architekten-Vereins. XIX. Jahrg., 8. & 9. Heft. Wien, 1867; 4°.

Zigno, Barone Achille de, *Flora fossilis formationis oolithicae.* Punt. III—IV. Folio.

Über einen akustischen Interferenz-Apparat.

Von J. **Stefan.**

Der einfache Apparat, den ich im Folgenden beschreiben will, hat die Aufgabe, die Interferenz von Schallwellen sichtbar zu machen.

Bei einem Interferenzapparate handelt es sich darum, eine Wellenbewegung von einem Orte auf zwei Wegen, welche ungleich lang gemacht werden können, zu einem zweiten Orte zu leiten. Damit der Gangunterschied mit Leichtigkeit in ausgiebiger Weise, d. h. um eine und auch mehr halbe Wellenlängen variirt werden könne, ist es am besten kurze Schallwellen, also hohe Töne zu verwenden, wie solche durch longitudinale Schwingungen elastischer Stäbe entstehen.

Bei dem zu beschreibenden Apparate dient als Schallquelle ein etwas dickeres Thermometerrohr von ungefähr ein Meter Länge. Mittelst eines Korkes ist es in eine weitere Glasröhre so festgesteckt, daß die Hälfte desselben in der Röhre, die andere Hälfte außerhalb der Röhre sich befindet. Der herausragende Theil wird mit einem feuchten Lappen gerieben und dadurch das Thermometerrohr zum Tönen gebracht. Es kommt dadurch auch die Luft in der weiteren Glasröhre in Schwingungen. Damit dies in kräftiger Weise geschieht, ist auf das in der weiten Röhre befindliche Ende des Thermometerrohres ein Korkscheibchen aufgesteckt, das nahe den ganzen Querschnitt der Röhre ausfüllt und ohne Reibung in ihr bewegt werden kann.

Es ist von Kundt gezeigt worden, daß auf solche Weise die Luft in einer Röhre zum Mitschwingen mit einem elastischen Stabe gebracht werden kann. Kundt hat ferner auch gefunden, daß ein leichtes in die Röhre eingestreutes Pulver an den Schwingungen der Luft theilnimmt, indem es an den Knoten der tönenden Luftsäule ruht, an den übrigen Stellen aber in Querschichten sich sammelnd auf und nieder sich bewegt.



Aus dieser Schallröhre können aber die Luftschwingungen auch weiter geleitet werden, durch andere in sie eingefügte Röhren. Diese können entweder gerade oder krumm sein, können auch Verzweigungen besitzen. In allen solchen Leitungsröhren kann man das Vorhandensein von Luftschwingungen an den Bewegungen des eingestreuten Pulvers erkennen.

Bei meinem Apparate ist nun folgende Einrichtung getroffen. Zwei T-förmige Röhren sind durch zwei über ihre Querarme zu schiebende U-förmige Röhren verbunden. Der Ausläufer der ersten T-förmigen Röhre ist in die oben erwähnte Schallröhre eingeschoben. An den Ausläufer der zweiten T-förmigen Röhre ist eine gleich weite Glasröhre durch einen über die Enden beider geschobenen Kork angesetzt. Diese Glasröhre ist an ihrem Ende entweder frei, oder durch einen verschiebbaren Kork oder Stöpsel geschlossen.

Durch das System der zwei T-förmigen und zwei U-förmigen Röhren wird die Schallbewegung aus der Schallröhre fortgeleitet, in zwei Zweige getrennt, welche Zweige, je nachdem die U-förmigen Röhren gleich oder ungleich tief in die Querarme der T-förmigen eingeschoben sind, gleich oder ungleich lang sind. Die Schallbewegung wird dann wieder vereinigt und in die zweite Glasröhre geführt, in welcher die resultirende Bewegung durch die Bewegung des eingestreuten Pulvers sichtbar wird. Ist zwischen den beiden Zweigen der Schallleitung kein Längenunterschied oder beträgt dieser eine ganze Anzahl von Wellenlängen, so erhebt sich das Pulver lebhaft in Schichten, so oft das Thermometerrohr gerieben wird, beträgt aber der Längenunterschied eine ungerade Anzahl halber Wellenlängen, so bleibt das Pulver vollständig ruhig.

Damit der das Thermometerrohr reibende Experimentator bequem die Erscheinung beobachten könne, ist die Einrichtung so getroffen, daß die zweite Glasröhre, die Interferenzröhre, gerade über der Schallröhre sich befindet. Diese beiden Röhren laufen horizontal. Die beiden U-förmigen Röhren mit den Querarmen der T-förmigen sind daher in einer verticalen Ebene, aus der die Ausläufer horizontal austreten.

Die T- und U-förmigen Röhren habe ich aus Messing machen lassen. Macht man sie ganz oder theilweise aus Glas, so hat man den Vortheil, auch die Bewegung in den Verzweigungen beobachten zu können. Die Querarme der T-förmigen Röhren haben bei meinem

Apparate eine Länge von 34 Ctm., die Ausläufer 8 Ctm. Der Durchmesser beträgt 11 Millim., der Durchmesser der weiteren Schallröhre 15 Millim., der Durchmesser des Thermometerrohres 5 Millim.

Was das Pulver anbetrifft, glaube ich, in dem Korkpulver, wie es durch Reiben eines Korkes mit einer Feile gewonnen wird, das zu solchen Versuchen am besten sich eignende gefunden zu haben.

Damit die Empfindlichkeit des Apparates möglichst groß werde, ist es nothwendig, daß das Mitschwingen in der Interferenzröhre bei gleicher Länge der zwei Zweige der Schallleitung sehr stark sei. Dazu ist erstens erforderlich, daß das Ende des schwingenden Stabes in der Schallröhre von der Einmündung der unteren T-förmigen Röhre eine bestimmte Distanz erhalte. Man merkt es an den Bewegungen des Pulvers, wie die Stärke der Schwingungen sich ändert, wenn man die Schallröhre mehr oder weniger weit über den Ausläufer der T-förmigen Röhre oder auch das Thermometerrohr weiter heraus oder hinein schiebt. Eben so nimmt auch die Länge der Interferenzröhre Einfluß auf die Stärke des Mitschwingens der in ihr befindlichen Luft.

Die Luftsäule, welche in einer Röhre zwischen dem verschlossenen Ende derselben und dem Ende eines longitudinal schwingenden elastischen Stabes sich befindet, schwingt mit diesem am stärksten mit, wenn die Länge der Luftsäule eine ganze Anzahl halber Wellenlängen, wie sie zu dem betreffenden Tone gehören, beträgt, wenn also an das Ende des Stabes und an das Ende der Röhre, je ein Knoten zu liegen kommt. Eben so schwingt eine an eine Stimmgabel angeknüpfte, an ihrem anderen Ende aber fixe gespannte Saite mit der Stimmgabel am stärksten mit, wenn ihre Länge eine ganze Anzahl halber Wellen, welche zu dem Tone der Stimmgabel gehören, beträgt, so daß nicht nur am fixen Ende der Saite, sondern auch an dem an die Stimmgabel geknüpften mit dieser bewegten Ende ein Knoten entsteht, dessen vorgeschriebene Excursionen klein sind, gegen die Excursionen der übrigen Punkte der Saite, die nicht in Knoten liegen [1]).

---

[1]) Nicht nur die Erfahrung liefert dieses auf den ersten Anblick überraschende Ergebniß, zu demselben führt auch die Betrachtung des Vorganges, nach welchem eine stehende Schwingung sich bildet. Auch die zu dem in Rede stehenden Problem gehörigen Integrale der Differentialgleichung, welche für die Schwingungen einer



Ist die Röhre am Ende nicht geschlossen, sondern offen, so schwingt die Luftsäule mit dem Stabe dann am stärksten mit, wenn ihre Länge eine ungerade Anzahl von Viertelwellen beträgt. Am Ende des schwingenden Stabes bildet sich ein Knoten, am freien Ende der Röhre ein Schwingungsbauch.

Luftsäule oder einer gespannten Saite gilt, geben dasselbe Resultat. Ich will hier nur einen einfachen Fall in Kürze anführen. Ist u die transversale Verschiebung eines Punktes einer Saite, x seine Abscisse, t die Zeit zu welcher u statt findet, ferner a die Geschwindigkeit, mit der sich eine transversale Verschiebung längs der Saite fortpflanzt, so gilt die Gleichung

$$\frac{d^2u}{dt^2} = a^2 \frac{d^2u}{dx^2}.$$

Ist das eine Ende der Saite, für welches $x=o$ genommen wird, gezwungen, eine vorgeschriebene Bewegung etwa nach dem Gesetze $p \sin \alpha t$ zu machen, das andere Ende der Saite hingegen, für welches $x=l$ sein soll, unbeweglich, so genügt der Differentialgleichung und diesen Bedingungen das Integral

$$u = p \sin \alpha t \left[\cos \frac{\alpha x}{a} - \text{Cotg} \frac{\alpha l}{a} \sin \frac{\alpha x}{a}\right].$$

Dazu kommt noch eine Reihe, welche die der an beiden Enden fest gedachten Saite zugehörigen Eigenschwingungen (Grundton und Obertöne) darstellt, deren Intensitäten durch die Bedingungen, denen u und $\frac{du}{dt}$ für den Beginn der Zeit für die verschiedenen Saitenpunkte genügen müssen, bestimmt sind.

Die aufgeschriebene Formel gibt die der Saite aufgedrungene Bewegung. Sie besteht aus zwei Theilen. Der erste gibt die aufgedrungene Bewegung mit einem Schwingungsbauch, der zweite mit einem Schwingungsknoten am Anfang der Saite. Dieser letztere Theil wird um so größer, je näher $\frac{\alpha l}{a}$ einem Vielfachen von π kommt. Es ist aber $\frac{\alpha}{a} = \frac{2\pi}{\lambda}$, unter λ die Wellenlänge der aufgedrungenen Schwingung verstanden. Der zweite Theil wird also um so größer, je mehr l einem Vielfachen von $\frac{\lambda}{2}$ nahe kommt. Ist l genau ein Vielfaches von $\frac{\lambda}{2}$, so liefert die Formel, welche ohne Rücksicht auf die Absorption der Schwingungen durch die Bewegungshindernisse abgeleitet wurde, den zweiten Theil geradezu unendlich groß.

Ähnlich verhält es sich mit den Schwingungen einer Luftsäule. In der Wirklichkeit sind die Verhältnisse wohl viel complicirter, namentlich auch dadurch, daß die Stöße, welche die an dem Ende des schwingenden Stabes befindlichen Lufttheilchen erhalten, sehr heftige sind, wodurch Veranlassung zur Entstehung kurzer und intensiver Wellen gegeben wird, die mit den übrigen interferirend die Schichtenbildung verursachen können.

Noch ist zu bemerken, daß die Fortleitung einer Schallbewegung in der Weise, wie sie bei diesem Apparate vorkommt, schwieriger wird, wenn die Wellen sehr kurz sind. Ich operire gewöhnlich mit Stäben, welche Luftwellen von der Länge von 12—16 Ctm. liefern. Interferenz von Wellen letzterer Art konnte ich noch bei einem Gangunterschiede von über 300 Ctm., also etwa von 20 Wellenlängen mit dem Apparate mit Leichtigkeit sichtbar machen. Ich habe zu diesem Versuch die eine U-förmige Röhre weggenommen, an die Ausläufer der T-förmigen Röhren mittelst übergeschobenen Kautschukröhrchen zwei gleichlange Glasröhren angesetzt und die Enden dieser durch die U-förmige Röhre geschlossen. Durch das Ausziehen der anderen U-förmigen Röhre kann nun der Gangunterschied innerhalb zweier Wellenlängen variirt werden. Gibt man auch in die angesetzten Glasröhren Korkpulver, so kann man beobachten, daß dieses in jedem Falle sich bewegt, mag in der Interferenzröhre die Bewegung in ihrer stärksten Intensität oder ausgelöscht sein. Fast immer zeigten aber die Schichten eine sehr heftige progressive Bewegung in der Richtung der Fortpflanzung des Schalles.

Die Fortleitung des Schalles hätte sicher noch durch längere Glasröhren geschehen können, ohne daß derselbe zu sehr geschwächt worden wäre. Nicht so verhält es sich mit elastischen Röhren. Wenn ich in die Leitung eine Kautschukröhre von 50 Ctm. Länge einschalte, so tritt keine bemerkbare Bewegung aus derselben heraus. Die ganze Schallbewegung wird absorbirt oder an die elastische Wand übertragen. Natürlich hängt die Länge, durch welche eine gegebene Bewegung absorbirt werden kann, ab von der Natur der Röhre, von der Stärke des Schalles, aber auch von der Wellenlänge. Je kürzer diese, je weicher die Röhrenwand, desto schneller wird die Bewegung absorbirt.

Es wird vielleicht gerade für derartige Versuche der beschriebene Apparat brauchbar sein. Er gestattet nämlich die Intensität der Bewegung, welche aus der oberen T-förmigen Röhre austritt, je nach der Stellung der U-förmigen Röhren zu variiren, was bei solchen Untersuchungen sehr dienlich werden kann.

XXV. SITZUNG VOM 31. OCTOBER 1867.

Der Secretär legt folgende eingesendete Abhandlungen vor:

„Beiträge zur Anatomie und Physiologie der Pflanzen. XIII: Über die Ausfüllung alternder und verletzter Spiralgefäße durch Zellgewebe," vom Herrn Hofrathe und Prof. Dr. F. Unger.

„Construction der Kegelschnittslinien aus Punkten und Tangenten," von Herrn Em. Koutny, Docenten am k. k. technischen Institute in Brünn.

„Beiträge zur Moleculartheorie," von Herrn Dr. Al. Handl, k. k. Professor zu Lemberg.

Herr Director Dr. J. Stefan berichtet über einen von ihm construirten akustischen Interferenzapparat.

Herr Prof. Dr. E. Brücke spricht über den Einfluß der Stromesdauer bei der elektrischen Erregung der Muskeln.

Herr Prof. Dr. A. Lieben theilt die Ergebnisse seiner Untersuchungen über den gechlorten Äther und dessen Derivate mit.

Herr Dr. J. Oser erläutert den Inhalt seiner in der Sitzung am 3. October l. J. vorgelegten Abhandlung: „Untersuchungen über die Alkoholgährung."

Herr Dr. Th. Oppolzer übergibt eine Abhandlung: „Die Constanten der Präcession nach Le Verrier."

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Académie Impériale des Sciences, Arts et Belles-Lettres de Dijon: Mémoires. 2e Série. Tomes XIIe & XIIIe (Années 1863 & 1864). Dijon, Paris, 1865 & 1866; 8o.

Accademia, R., delle Scienze di Torino: Memorie. Serie 2da Tomo XXII. Torino, 1865; 4o. — Atti. Vol. I, Disp. 3a—7a; Vol. II, Disp. 1a—3a. Torino, 1866—1867; 8o.

Annales des mines. VIe Série. Tome XI, 1re. Livraison de 1867. Paris; 8o.

Apotheker-Verein, allgem. österr.: Zeitschrift. 5. Jahrg. Nr. 20. Wien, 1867; 8°.

Archives du Musée Teyler. Vol. I, Fasc. 2. Harlem & Paris, 1867; 4°.

Astronomische Nachrichten. Nr. 1662—1663. Altona, 1867; 4°.

Ateneo Veneto: Atti. Serie II. Vol. IV. Punt. 1ª. Venezia, 1867; 8°.

Bibliothèque Universelle et Revue Suisse: Archives des Sciences physiques et naturelles. N. P. Tome XXXe, Nr. 117. Genève, Lausanne, Neuchatel, 1867; 8°.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LXV, Nr. 15—16. Paris, 1867; 4°.

Cosmos. 3e Série. XVIe Année, Tome I, 3e—4e Livraisons. Paris, 1867; 8°.

Gesellschaft, naturforschende, in Danzig: Schriften. N. F. I. Band, 3. & 4. Heft. Danzig, 1866; 4°.

— — zu Freiburg i. Br.: Berichte über die Verhandlungen. Band IV, Heft 1—3. Freiburg i. Br., 1867; 8°.

— der Wissenschaften, k. dänische: Oversigt. 1865, Nr. 4; 1866, Nr. 2—6; 1867, Nr. 1—3. Kopenhagen; 8°.

— physikalisch-medicinische, zu Würzburg: Würzburger medicinische Zeitschrift. VII. Band, 5. & 6. Heft. Würzburg, 1867; 8°.

Gewerbe-Verein, n.-ö.: Verhandlungen und Mittheilungen. XXVIII. Jahrg., Nr. 22—23. Wien, 1867; 8°.

Instituut, K. nederlandsch. meteorologisch: Nederlandsch meteorologisch Jaarboek voor 1866. II. Deel. Utrecht, 1867; 4°.

Jahrbuch, Neues, für Pharmacie und verwandte Fächer, von Vorwerk. Band XVIII, Heft 3. Speyer, 1867; 8°.

Jahresbericht über die Fortschritte der Chemie etc. von H. Will. Für 1866. I. Heft. Gießen, 1867; 8°.

Land- und forstwirthschaftliche Zeitung. 17. Jahrg. Nr. 42—43. Wien, 1867; 4°.

Löwen, Universität: Akademische Gelegenheitsschriften. 1865—1866. 8° & 12°.

Martius, Carl Fried. Phil. v., Beiträge zur Ethnographie und Sprachenkunde Amerika's zumal Brasiliens. I.—II. Band. Leipzig, 1867; 8°.

Mittheilungen des k. k. Génie-Comité. Besondere Beilage zum Jahrgang 1867. Wien; 8°.

Mittheilungen aus J. Perthes' geographischer Anstalt. Jahrg. 1867, X. Heft, nebst Ergänzungsheft Nr. 21. Gotha; 4°.

Moniteur scientifique. 260e Livraison. Tome IX, Année 1867. Paris; 4°.

Philomathie in Neisse: 15. Bericht. 1865—1867. Neisse; 8°. — Kastner, Aug., Geschichte der Stadt Neisse etc. Neisse 1866; 8°.

Reichsforstverein, österr.: Monatsschrift für Forstwesen. XVII. Band, Jahrg. 1867. August-Heft. Wien; 8°.

Revue des cours scientifiques et littéraires de la France et de l'étranger. 4e Année 1r Semestre Nr. 1—26, et 2e Semestre, Nr. 27—48. Paris & Bruxelles, 1866—1867; 4°.

Rostock, Universität: Akademische Gelegenheitsschriften aus dem Jahre 1866/7. 8°, 4° & Folio.

Société Impériale de médecine de Constantinople: Gazette médicale d'Orient. Xe Année, Nr. 12; XIe Année, Nr. 1—4. Constantinople, 1867; 4°.

— R. des Sciences de Liège: Mémoires. 2e Série. Tome I. Liège, Bruxelles, Paris, 1866; 8°.

— philomathique de Paris: Bulletin. Tome IVe Mars—Mai, 1867. Paris; 8°.

Vereeniging, koninkl. natuurkundige, in Nederlandsch Indië: Natuurkundige Tijdschrift voor Nederlandsch Indië. Deel XXIX (VI. Serie, Deel IV) Aflev. 2—4. Batavia, 's Gravenhage, 1866; 8°.

Wiener medizin. Wochenschrift. XVII. Jahrg. Nr. 84—87. Wien, 1867; 4°.

Wochen-Blatt der k. k. steierm. Landwirthschafts-Gesellschaft. XVI. Jahrg. Nr. 22. Graz, 1867; 4°.

Winkler, T. C., Catalogue systématique de la collection paléontologique du Musée Teyler. 6e Livraison. Harlem, 1867; 4°.

Zeitschrift für Chemie von Beilstein, Fittig und Hübner X. Jahrg. N. F. III. Band, 19. Heft. Leipzig, 1867; 8°.

Beiträge zur Moleculartheorie.

Von Prof. Dr. Al. Handl.

I.

Die analytischen Untersuchungen über das Licht und die Wärme, welche zum Zwecke haben, diese Erscheinungen auf moleculare Vorgänge nach rein mechanischen Principien zurückzuführen, enthalten sich so viel als möglich aller speciellen Voraussetzungen über die Natur und nähere Beschaffenheit der in Betrachtung kommenden Körpertheilchen; es werden jedesmal nur gerade so viele Bestimmungen gegeben, als zur Anlage und Durchführung der Rechnung durchaus nothwendig sind, und es bleibt jedem freigestellt, sich eine eingehendere Vorstellung über die Einzelheiten des Baues der Körper aus ihren kleinsten Theilchen selbst zu bilden. Dieser Allgemeinheit der Untersuchungen, welche sich nicht an eine bestimmte Anschauung über die Form der einzelnen Vorgänge von vorneherein bindet, steht auf der andern Seite oft die Nothwendigkeit gegenüber, gewisse Vereinfachungen einzuführen, und mit Bedingungen zu rechnen, von denen man im vorhinein behaupten könnte, daß sie nicht vollkommen richtig seien, welche aber durchaus nothwendig sind, wenn man überhaupt die Schwierigkeiten der Rechnung überwinden und zu irgend welchen verständlichen, wenn auch nur angenäherten Resultaten kommen will.

Bei solchen Umständen kann es leicht geschehen, daß man den Faden verliert, welcher die zahlreichen einzelnen Arbeiten mit einander verbindet, ja daß man mehrfach Widersprüche und ungereimte Behauptungen in denselben zu finden vermeint, wenn man die vorangeschickten Bemerkungen vergißt, und sich überall nur an den geschriebenen Buchstaben hält. (Womit übrigens durchaus nicht gesagt sein soll, daß überhaupt alles über Molecularverhältnisse geschriebene sich auf solche Art verstehen und rechtfertigen lasse —.) So hat unter andern Herr Grove in seinen „Vorträgen über die

Wechselbeziehungen der physischen Kräfte“ die Annahme von dem Dasein eines „Weltäthers“, welche die Anhänger der „Undulationstheorie“ einstimmig adoptirt haben, bestritten, und ist der Meinung, daß die Materie allein, ohne Zuhilfenahme eines „nicht nachweisbaren, mit lauter negativen Eigenschaften begabt sein sollenden Mediums“ zur Hervorbringung aller physischen Erscheinungen ausreiche. Dieser Ansicht hat sich auch Herr Schrauf angeschlossen und dieselbe zum Ausgangspunkte seiner optischen Arbeiten gemacht.

Die gegen den Äther erhobenen Bedenken lassen sich, wie ich meine, leicht widerlegen, und sogar der Grund, warum sie überhaupt entstehen konnten, angeben: Unter Materie versteht man im gewöhnlichen Sinne des Wortes das „Körperliche“, das „Substantielle“, das mit Trägheit, Undurchdringlichkeit und mit verschiedenen Anziehungs- und Abstoßungskräften ausgestattete. Wenn Herr Grove das Wort Materie nur in diesem Sinne gemeint hat, so hat er mit seinen Behauptungen, so weit sie eben diese Materie betreffen, ganz recht; nur hätte er es unterlassen sollen, von diesem Standpunkte aus gegen die „Äthertheorie“ auch nur ein Wort, geschweige denn eine wissenschaftliche Bekämpfung zu verschwenden; denn — ich wenigstens kann nicht glauben, daß auch nur einige Physiker derjenigen Ansicht huldigen, welche Herr Grove bekämpfen zu müssen glaubt. Freilich behandelt man in den Lehrsystemen der Physik meist die Materie (in dem obgenannten Sinne des Wortes) und ihre Eigenschaften, so lange dies nur immer möglich ist, ohne irgend eine besondere Rücksicht auf den „Äther“ zu nehmen, und spricht von diesem erst dort, wo man es durchaus nicht mehr unterlassen kann. Da geschieht es denn, daß er als etwas außer den Körpern stehendes und ihnen völlig ungleichartiges, von ihren Oberflächen angezogenes und ihre Poren durchdringendes aufgefaßt werden kann und wohl auch dargestellt wird; die richtige Anschauung und Ausdrucksweise wäre aber offenbar die, daß die „Materie“ selbst aus zweierlei verschiedenartigen Bestandtheilen zusammengesetzt ist, von denen der eine den inneren Kern, der andere die äußere Hülle bildet. Diese Hülle ist der Äther, den Kern hat man wieder „Materie“ genannt, und darin liegt der Ursprung so vieler Mißverständnisse, daß der Theil denselben Namen führt wie das Ganze, daß man daher um so leichter beiden dieselben Eigenschaften zuzuschreiben und sie mit einander zu verwechseln verleitet werden kann.

Ich werde im Folgenden unter Materie immer nur das Körperliche, wie es sich den Sinnen darbietet, verstehen, und die Bestandtheile, aus welchen sie zusammengesetzt ist, als „Äther“ und als „materielle Kerne“ oder „Kerne“ schlechtweg bezeichnen. Wenn man diese Begriffe festhält, so ist klar, daß die Eigenschaften der „materiellen Kerne“ durchaus nicht als identisch mit denen der „Materie“ angenommen werden dürfen, welche wir direct an den Körpern wahrnehmen; und wenn man sich nicht durch die Worte befangen läßt, so könnte man noch eher die Existenz der materiellen Kerne anzweifeln, als die des Äthers; denn der letztere ist als Träger der Licht- und Wärmefortpflanzung durch den sogenannten leeren Raum unzweifelhaft nachgewiesen, und ist dort, wie man sich ohne Schwierigkeit vorstellen kann, ganz frei von materiellen Kernen, durchaus nicht mit solchen vermengt oder irgendwie verbunden, während die materiellen Kerne kein derart isolirtes Dasein führen können, sondern immer und überall von Ätherhüllen eng umschlossen sind. Wenn man behauptet, daß der sogenannte leere Raum nicht mit Äther, sondern mit unendlich fein vertheilter Materie erfüllt sei, so muß man dieser letzteren genau alle Eigenschaften des ersteren zuschreiben, man hat also keinen anderen Gedanken, sondern ein anderes Wort substituirt. Die Eigenschaften der Materie können eben nur dann erklärt werden, wenn man sie als resultirende aus den verschiedenen Wirkungen ihrer beiden Bestandtheile betrachtet; der eine von ihnen, der Äther, existirt unseres Wissens auch selbstständig, ohne den anderen, dort wo man fälschlich von dem Vorhandensein eines leeren Raumes spricht, der andere ist uns überhaupt nur in inniger Verbindung mit dem ersten bekannt. Diese Hypothese ist in der weiteren Ausführung der Details noch vieler Vervollkommnungen fähig und bedürftig, sie zu negiren und ganz zu verwerfen hätte nur derjenige ein Recht, welcher eine bessere und stärker begründete an ihre Stelle zu setzen vermöchte.

Wenn ich im Folgenden die hiemit präcisirte Anschauungsweise etwas weiter verfolge, so bilde ich mir dabei keineswegs ein, eine neue „Moleculartheorie“ aufgestellt zu haben, im Gegentheile ist es mir gerade darum zu thun, hervorzuheben, was man noch nicht weiß, und eine Anzahl Fragen, welche sich die Forschung in dieser Beziehung zu stellen hat, bestimmt auszusprechen. Eine solche Klar-

stellung des Standpunktes kann dann am besten zu Ausgangspunkten neuer Untersuchungen führen.

Wenn wir die Eigenschaften der Körper einer aufmerksamen Betrachtung unterziehen, so werden wir darauf geführt, uns dieselben — bereits ihre vollständige Homogenität vorausgesetzt — als aus kleinsten Theilchen bestehend zu denken, welche alle unter einander gleichartig, aber einer weiteren Zerlegung in andere, in allen Beziehungen mit einander übereinstimmende Theile nicht mehr fähig sind; und diese kleinsten Theilchen nennen wir Molecüle. Die chemischen Vorgänge aber zeigen uns, daß diese Molecüle noch nicht als vollkommen einfach betrachtet werden dürfen; denn die meisten Körper können in andere zerlegt werden, oder mit anderen neue, vollkommen homogene Verbindungen eingehen, so daß in allen Fällen die einzelnen Bestandtheile sowohl unter sich als von der Verbindung sehr verschieden sind; es ist leicht einzusehen, daß dies die Nothwendigkeit herbeiführt, die einzelnen Molecüle als aus noch kleineren einfachen Bestandtheilen, Atome genannt, zusammengesetzt zu betrachten.

Ein Molecül können wir uns isolirt von allen anderen denken, und es ist nur die Unvollkommenheit unserer Werkzeuge Schuld daran, wenn wir nicht im Stande sind, ein einzelnes zu fassen und der Beobachtung zu unterwerfen; ob auch die Atome eine solche selbstständige Existenz zu führen geeignet sind, mag dahin gestellt bleiben — so viel ist gewiß, daß man auch bei Körpern, deren chemische Zerlegung bisher noch nicht gelungen ist, die wir demnach als Grundstoffe (Elemente) bezeichnen, noch immer annehmen muß, daß ihre Molecüle aus mehreren Atomen zusammengesetzt seien; man ist dazu genöthiget durch die Erfahrungen über die „allotropen Zustände" mancher Elemente, welche sich nur durch die Annahme einer verschiedenartigen atomistischen Zusammensetzung ihrer Molecüle erklären lassen. Je nach der verschiedenen Anzahl von Atomen, welche sich zu einem Molecül vereinigen, werden die Eigenschaften dieses letzteren auch verschieden sein müssen.

Nun zeigen diese Molecüle und Atome eine Anzahl von Eigenschaften, welche sich nicht auf ein einfaches Princip zurückführen lassen. Die Molecüle halten sich gegenseitig in gewissen Abständen [illegible], sie ziehen sich gegenseitig an, wenn man sie von einander [e]ntfernen sucht, und stoßen sich bei einer Annäherung ab; sie

können stabile Gleichgewichtslagen gegen einander annehmen, oder in permanente Bewegungszustände gerathen (Gase).

Ein einziges Agens, welches die Ursache aller dieser Erscheinungen sein sollte, müßte gar sonderbare, sich theilweise widersprechende Eigenschaften besitzen; wenn man aber zwei in den Körpern stets mit einander verbundene Agentien annimmt, welche verschiedene Eigenschaften haben, so sind wir im Stande, alle Vorgänge in klarer Weise zu überblicken und deren Wesen zu erkennen.

Diesen Betrachtungen zufolge haben wir uns ein Atom, — ein Elementartheilchen eines Körpers, könnte man es auch nennen — noch aus zweierlei verschiedenen Bestandtheilen gebildet zu denken: aus einem materiellen Kerne und einer ätherischen Umhüllung. Von den Äthertheilchen nehmen wir an, daß sie alle unter einander gleiche Massen, und auch durchaus gleiche Volumina besitzen, und daß sie gegenseitig abstoßend auf einander einwirken mit Kräften, welche den Massen und zugleich irgend einer Function ihrer Entfernungen proportional sind; vielleicht ist die Kraft, welche zwischen zwei im Abstande r befindlichen Äthertheilchen wirksam ist, deren jedes die Masse μ hat:

$$k = \frac{1}{r^n} \cdot \mu \cdot \mu.$$

Was die materiellen Kerne der körperlichen Elementartheilchen anbelangt, so müssen sie gewiß als mit Anziehungskräften ausgestattet angesehen werden; sie wirken anziehend gegen Ihresgleichen, so wie gegen die Äthertheilchen. Auch diese Anziehungen werden mit wachsenden Entfernungen der wirksamen Elemente kleiner nach irgend einem von vorneherein unbekannten Gesetze; es wäre voreilig, die Gravitationskräfte, welche wir an den Körpern beobachten, unmittelbar auf denjenigen Theil derselben zu übertragen, welchen wir die materiellen Kerne genannt haben, und dabei die Anwesenheit und Mitwirkung des Äthers ganz außer Acht zu lassen. Diese materiellen Kerne besitzen selbstverständlich, so wie die Äthertheilchen, gewisse Massen, und die Anziehungskräfte, welche von ihnen ausgehen, können nicht anders als diesen Massen proportional sein. Die Massen der materiellen Kerne verschiedener Substanzen sind vielleicht von einander verschieden (z. B. bei Schwefel anders als bei Blei). Es wird wohl kaum Jemandem befremdend erscheinen, daß man unter den materiellen Kernen der verschiedenen Substanzen keinen Unterschied

in der „Qualität“, sondern nur einen „quantitativen“ Unterschied der Massen annehmen will. Betrachten wir übrigens die Sache einen Augenblick näher: Die Verschiedenheit der Qualität besteht in einer verschiedenen Wirksamkeit der Körper gegen andere, in verschiedener Empfänglichkeit gegen von außen kommende Wirkungen. Das eine wie das andere ist bedingt durch die Masse des wirkenden und des der Einwirkung unterworfenen. Nun wird sich mit der Masse des materiellen Kernes nicht nur die Masse, sondern auch die Anordnung der von demselben angezogenen Äthertheilchen verändern; die Atome werden also schon nicht allein durch ihre Massen, sondern auch durch die Anordnung ihrer Bestandtheile sich unterscheiden. Einen anderen Unterschied in der Qualität der Materie als den hier erklärten dürfte es schwer sein, sich vorzustellen.

Es könnte aber auch sein, daß alle materiellen Kerne nur von einerlei Masse seien (daß es also in der That nur einen einzigen „Urstoff“ gebe, aus welchem sich alle Körper bilden); in diesem Falle wären dann natürlich alle Atome unter einander gleich, und wie unter dieser Voraussetzung die substantielle Verschiedenheit der Körper als im Baue ihrer Molecüle begründet angesehen werden könnte, soll später noch auseinander gesetzt werden.

Den materiellen Kernen so wie den Äthertheilchen dürfte kaum eine andere Gestalt zuzuschreiben sein als die kugelförmige; schwieriger ist die Frage nach ihrem Volumen.

Ob dieses Volumen bei den materiellen Kernen im Verhältniß zu dem der Äthertheilchen ein sehr großes sei oder nicht, und ob den (etwa) durch ihre Massen verschiedenen materiellen Kernen der verschiedenen Stoffe auch verschiedene oder aber lauter gleiche Volumina zukommen, darüber dürfte schwer zu entscheiden sein. Man mag immerhin diese Frage vorläufig mit Beruhigung offen lassen, da eine Vermuthung der einen oder andern Art sich nicht verificiren ließe.

Diese Annahmen vorausgesetzt, können wir uns jetzt den Bau und die Beschaffenheit eines Körperatomes in folgender Weise vorstellen: Es besteht aus einem kugelförmigen materiellen Kerne, welcher eine gewisse Masse und ein bestimmtes Volum besitzt, und sowohl auf andere materielle Kerne als auf die Äthertheilchen anziehend einwirkt. Die letzteren bilden also, indem sie sich um den materiellen Kern zusammendrängen, eine verdichtete Ätherhülle, und zwar lagern sie sich in einer solchen Weise, daß die Anziehung

welche jedes einzelne von Seite des materiellen Kernes erfährt, gerade aufgehoben werde durch die Abstoßung, welche alle andern Äthertheilchen auf dasselbe ausüben. Die Ätherhülle muß demnach von innen nach außen an Dichtigkeit abnehmen, und es gibt für jedes Äthertheilchen eine Lage, wo es sich im stabilen Gleichgewichte befindet. Die Frage nach dem Volum der materiellen Kerne, mit welcher die Voraussetzung ihrer Undurchdringlichkeit verbunden ist, erhält nun eine eigenthümliche Beleuchtung. Ein solcher materieller Kern kann nämlich die ihm zunächst stehenden Äthertheilchen nur so weit anziehen, bis die gegenseitigen Abstoßungen derselben dieser Anziehung gerade das Gleichgewicht halten; und wenn sein Volum eine gewisse Grenze nicht überschreitet, so werden die Äthertheilchen überhaupt nicht mit ihm in Berührung kommen können, sondern eine ihn umschließende, aber nicht an ihm anliegende Hülle bilden müssen. In einem anderen Falle, wenn das Volum eines materiellen Kernes ein größeres, und derselbe dabei undurchdringlich wäre, so könnten die ihm nächsten Äthertheilchen jene Gleichgewichtslagen gar nicht erreichen, sondern es müßte sich die erste Schichte derselben fest an seine Oberfläche anlegen, und könnte ihn, durch das Übergewicht seiner Anziehungskräfte bewältiget, niemals wieder verlassen.

Wenn wir den ersten Fall voraussetzen, daß das Volum der materiellen Kerne ein kleineres sei als das der Kugel, an deren Oberfläche sich die Anziehungs- und Abstoßungswirkungen auf die innerste Schichte der Äthertheilchen das Gleichgewicht halten, so müßte die analytische Untersuchung noch über folgende Punkte näheren Aufschluß geben: die Größe der zuletzt erwähnten Kugel, also die Größe des leeren den materiellen Kern von der Ätherhülle trennenden Raumes muß abhängig sein von dem Massenverhältnisse des materiellen Kernes zu den Äthertheilchen; von eben demselben wird die Ausdehnung des Atomes abhängig sein, d. h. die Größe jener Kugel, innerhalb welcher die Äthertheilchen noch durch den Einfluß des materiellen Kernes einander genähert werden. Vielleicht läßt sich übrigens für diese Größe gar kein exacter Werth angeben, weil die Verdichtung des Äthers nach außen hin jedenfalls allmälig abnimmt. Ferner muß auch die Art dieser Abnahme, also die Art der Anordnung der Äthertheilchen in einem Atome, und die Menge der zu demselben gehörigen Theilchen, also die Gesammtmasse des

ganzen Atomes irgendwie von der Masse des materiellen Kernes abhängig sein.

Wenn nun ein solches Atom durch eine Anziehung von außen (welche vorzugsweise auf den materiellen Kern wirkt) in Bewegung gesetzt wird, so geht die Ätherhülle wohl mit. Aber, nimmt die ganze Ätherhülle Theil an dieser Bewegung, oder nur der innere, stärker verdichtete Theil derselben? und bleiben nicht etwa die äußersten, in ihrem Verdichtungszustande schon wenig von dem des leeren Raumes abweichenden Theilchen an ihrer Stelle, indem dafür die Äthertheilchen jenes neuen Ortes, wohin das Atom bei seiner Bewegung gelangt, eine zeitweilige Verdichtung erfahren und sich näher an das vorübergehende Körpertheilchen herandrängen? Und findet diese Bewegung eines Atomes, sie mag in der einen oder andern Weise geschehen, nicht irgend welchen Widerstand im umgebenden Äther, welcher seine normale Dichte besitzt? Man sieht, an die anscheinend einfachste Thatsache, die Bewegung eines einzelnen Atoms im leeren Raume, knüpfen sich verwickelte und vorläufig schwer zu beantwortende Fragen.

Wenn nun zwei solche Atome, wie sie im Vorhergehenden besprochen wurden, einander nahe kommen, so werden zwischen ihnen drei Arten von Kräften wirksam: *a)* die gegenseitigen Anziehungen ihrer materiellen Kerne, *b)* die Anziehungen der materiellen Kerne auf die Äthertheilchen, sowohl auf die des eigenen als auf die des fremden Atomes, und endlich: *c)* die gegenseitigen Abstoßungen der Äthertheilchen, ebenfalls sowohl innerhalb des eigenen als gegen die Theilchen des fremden Atomes. Dasselbe findet statt, wenn mehr als zwei Atome zugleich auf einander einwirken können, und wir können die Betrachtung sogleich auf ein aus beliebig vielen Atomen bestehendes System ausdehnen.

Wir wollen uns vorläufig nicht darauf einlassen, die Resultirende dieser Kräfte, oder wenn eine solche überhaupt nicht existiren sollte, die von ihnen erzeugten Bewegungen aufzusuchen, sondern wir wollen sogleich annehmen, die Atome hätten sich bereits in solche Positionen gegen einander begeben, daß alle jene verschiedenen Wirkungen sich das Gleichgewicht halten; und dazu setzen wir noch voraus, es seien alle einzelnen Theilchen an den Orten ihres stabilen Gleichgewichtes auch in vollkommener Ruhe. (Ein derartiger Zustand der vollkommenen Ruhe kann wohl niemals eintreten, es

wäre wahrscheinlich der Wärmezustand des absoluten Nullpunktes, doch davon später.) So werden die Äthertheilchen zwischen den materiellen Kernen, welche in gewissen Abständen von einander stehen, beiläufig eine solche Lagerung haben, daß sie rings um jeden Kern und in den Zwischenräumen zwischen je zweien derselben dichter zusammengedrängt stehen, und nach außen hin allmälig größere Abstände von einander annehmen, gerade so wie bei einem einzelnen Atom, bis an eine gewisse Grenzschichte, deren Ausdehnung und Gestalt von der Anzahl, Stellung und allenfalls von der verschiedenen Beschaffenheit der einzelnen das Molecül bildenden Atome abhängt. Wenn wir annehmen, daß die materiellen Kerne der einzelnen Atome durch ihre Massen, oder ihre Volumina, oder durch beides zugleich von einander verschieden seien, daß also auch die einzelnen Atome selbst an Massen und Volumen nicht gleich sind, so müssen in dem Molecüle die materiellen Kerne im Allgemeinen an den Ecken eines unregelmäßigen Polyeders stehen, und die Molecülbegrenzung dem entsprechend ebenfalls eine unregelmäßig gekrümmte Fläche sein. Zwei Atome von ungleichem Volum würden z. B. ein keulenförmiges Molecül bilden, u. s. w.

Wenn man aber die andere Meinung annehmen wollte, daß alle materiellen Kerne und daher alle Atome unter einander gleich seien, so müßten die materiellen Kerne der Molecüle alle an den Ecken von regelmäßigen Polyedern gelegen sein, die Molecülgrenzen müßten demnach ebenfalls regelmäßig gekrümmte, mit einem Mittelpunkte versehene Flächen sein, und die Verschiedenheit der einzelnen chemischen Substanzen würde dann nur darin bestehen, daß deren Molecüle selbst aus einer verschiedenen Anzahl von Uratomen gebildet wären. Was wir also nach der gegenwärtig üblichen Sprechweise ein Atom nennen (ein Atom *O, S, Fe*), das wäre dann schon zusammengesetzt aus einer gewissen Anzahl von Uratomen (ein Molecül erster Ordnung, könnte man es nennen), und das, was gegenwärtig Molecül genannt wird, wäre eben (ein Molecül zweiter Ordnung) gebildet durch das Zusammentreten mehrerer einfacher Molecüle, welche in den chemischen Grundstoffen einander gleich, in den nachgewiesenen chemischen Verbindungen unter einander verschieden sein würden. Eine Vergleichung der Wahrscheinlichkeiten für die eine oder die andere Ansicht mag einer späteren Arbeit überlassen bleiben.



Wenn nun zwei solche Molecüle einander gegenüber stehen, so wirken sie wieder mit all den Combinationen von Kräften auf einander ein, wie sie bei der Annäherung zweier Atome thätig werden; und wenn die Entfernungen der Molecüle im Verhältniß zu ihren Dimensionen überwiegend groß sind, so wissen wir, daß die Resultirende aller Wirkungen in der Verbindungslinie der Massenmittelpunkte der Molecüle gerichtet und den Massen derselben, so wie den reciproken Werthen der Quadrate ihrer Entfernungen von einander proportional ist. Wenn aber die Molecüle sich so nahe stehen, daß ihre Dimensionen nicht mehr verschwindend klein gegen ihre Entfernungen sind, so gibt es im Allgemeinen nicht mehr eine einzige Resultirende all jener Kräfte, welche zwischen ihren Bestandtheilen wirksam sind, es tritt dann eine Anregung nicht nur zu fortschreitender, sondern auch zu drehender Bewegung auf, und der Einfluß der Entfernungen läßt sich nicht mehr in so einfacher Weise durch ein allgemeines, von den Gestalten unabhängiges Gesetz ausdrücken; er ist uns überhaupt noch nicht genau bekannt. Die Molecüle müssen demnach im Zustande des stabilen Gleichgewichtes ganz bestimmte Lagen gegen einander besitzen, wie es in den Krystallen der Fall ist; dabei kann aber noch keineswegs im Allgemeinen behauptet werden, daß die Molecüle dieselbe Gestalt besitzen wie die aus ihnen aufgebauten Krystalle. Vielmehr wäre es erst eine Aufgabe zu untersuchen, welche verschiedene Formen und Symmetrieverhältnisse sich aus Molecülen von bestimmter Gestalt aufbauen können, oder umgekehrt, welche Gestalten der Molecüle den bekannten Krystallformen und Krystallsystemen zu Grunde liegen können.

Freilich ist die Annahme, daß die materiellen Kerne und Äthertheilchen in einem Körper in ihren Gleichgewichtslagen in Ruhe seien, niemals erfüllt; vielmehr sind sie alle stets in lebhaften Bewegungen begriffen, deren Betrachtung von höchster Wichtigkeit ist.

Die Constanten der Präcession nach Le-Verrier.

Von Dr. Theodor Oppolzer.

§. 1. Le-Verrier's Sonnentafeln werden nun allgemein zur Berechnung der Ephemeriden angewendet; das Berliner Jahrbuch, welches bis jetzt Hansen's Tafeln benützt hat, wird in der Folge ebenfalls die erst genannten Tafeln als Grundlage für die Berechnung der Sonnenorte einführen. Bei dem allgemeinen Streben nach Gleichförmigkeit in den Reductionselementen dürfte es nicht unpassend sein, ebenfalls für die Präcession diejenigen Werthe in Anwendung zu bringen, die Le-Verrier bei der Construction seiner Tafeln gewählt hat. Da aber Le-Verrier nur die Fundamentalangaben macht, während für die practische Anwendung die Constanten oft in anderer Form wünschenswerth sind, so habe ich die wichtigsten Transformationen vorgenommen; ich theile im Folgenden die gewonnenen Resultate nebst der Ableitung derselben mit, die mir grossentheils eigenthümlich ist.

Bezeichnet man mit l und l_1 die allgemeinen und die lunisolare Präcession, mit ε die jeweilige mittlere Schiefe der Ekliptik, mit ε_0 aber die Schiefe der fixen Ekliptik (zu einer gewissen Anfangsepoche) gegen den jeweiligen Äquator, so hat man nach Le-Verrier's Sonnentafeln, in denen als Anfangsepoche 1850, 1·0 Januar Pariser Zeit gewählt ist, folgende Werthe:

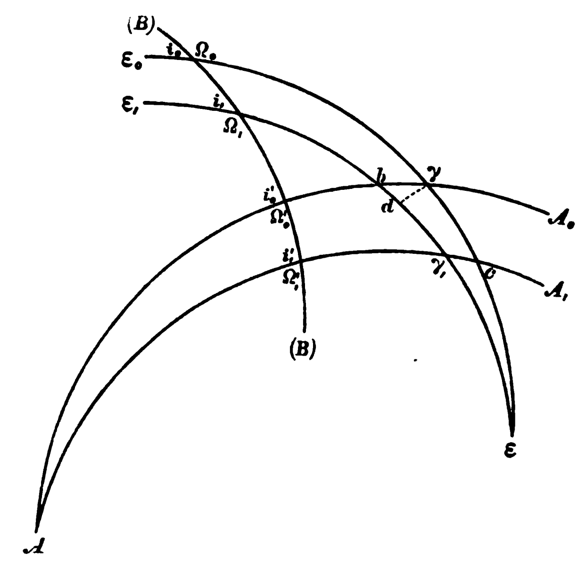
$$l = 50''23572\,\tau + 0''00011289\,\tau^2$$
$$l_1 = 50''37032\,\tau - 0''00010881\,\tau^2$$
$$\varepsilon = 23^\circ 27' 31''24 - 0''47594\,\tau - 0''00000149\,\tau^2$$
$$\varepsilon_0 = 23^\circ 27' 31''24 + 0''00000719\,\tau^2.$$

Für τ ist die Einheit das Julianische Jahr. Le-Verrier's Bestimmung der Schiefe habe ich um 0''59 vermindert, entsprechend meiner Abhandlung über seine Sonnentafeln (Sitzungsber. Bd. LIII. Märzheft). Einschaltend kann ich jedoch hier nicht die Bemerkung übergehen, dass die anderen daselbst angeführten Correctionen, die diesen Tafeln hinzuzufügen wären der Hauptsache nach verfallen.

Für die Berechnung der Präcession bietet die Einführung des tropischen Jahres (t) wesentliche Vortheile, da seit Bessel's Vorschlag des *Annus fictus* allgemein dieses Jahr bei der Präcessionsrechnung als Einheit gewählt wird. Ich werde deshalb die obigen Angaben dem entsprechend transformiren. Le-Verrier setzt die mittlere tropische Bewegung der Erde in einem Julianischen Jahre gleich: $360^\circ + 27''6784 + 0''00022146\,\tau$. Es wird demnach

$$\left.\begin{aligned} l &= 50''23465\,t + 0''00011288\,t^2 \\ l_1 &= 50''36924\,t - 0''00010881\,t^2 \\ \varepsilon &= 23^\circ 27' 31''24 - 0''47593\,t - 0''00000149\,t^2 \\ \varepsilon_0 &= 23^\circ 27' 31''24 + 0''00000719\,t^2 \end{aligned}\right\} 1850\cdot 0.$$

§. 2. Die secularen Änderungen der Fundamentalebene faßt man bekanntlich unter den Begriff der Präcession zusammen. Um die



Ideen besser zu fixiren, wird es zweckmässig sein, eine Figur zu Hilfe zu nehmen. In vorstehender Figur habe ich auch mehrere andere Linien aufgenommen, die später ihre Erklärung finden. Stellt man sich die Durchschnitte der Ebene mit der Himmelskugel als Kreise vor, so kann die eben erwähnte Figur als Schema dienen, die in derselben gezeichneten Kreise stellen größte Kreise auf der Himmelskugel vor. $\varepsilon\varepsilon_0$ sei ein Bogen der angenommenen fixen Ekliptik zur Zeit. $t = 0$;

$\varepsilon\varepsilon_1$ gehöre jedoch einer Ekliptik an, die zur Zeit t_0 gehört; es ist also bei ε der niedersteigende Knoten der beweglichen Ekliptik auf der fixen; bezeichnet man die Länge dieses Punktes mit $180^\circ + \Pi$, so ist Π die Länge dieses aufsteigenden Knotens. Der sphärische Winkel $\varepsilon_0\varepsilon\varepsilon_1$, die Neigung der beweglichen Ekliptik gegen die fixe, sei π. Ganz analog der gewählten Bezeichnung für die Ekliptik bezeichne ich mit A_0A den Äquator zur Zeit der Epoche, und mit AA_1 den zur Zeit t_0 gehörigen Äquator; die gerade Aufsteigung des aufsteigenden Knotens dieses Äquators im fixen sei P, der Winkel $A_0AA_1 = n$.

Der Bogen γc ist die Lunisolarpräcession (l_1); der Punkt γ der Ekliptik ist während der Zeit t bis d fortgerückt; der Bogen $d\gamma_1$ ist demnach die allgemeine Präcession (l) für diese Zeit; der Winkel $\varepsilon_0\gamma A$ ist die Schiefe der Ekliptik zur Zeit der Epoche, $\varepsilon_0 cA$ ist die Schiefe der fixen Ekliptik gegen den beweglichen Äquator (ε_0) zur Zeit t_0, während $\varepsilon_1\gamma_1 A$ die zu dieser Zeit stattfindende mittlere Schiefe (ε) ist. Der Bogen $c\gamma_1$, den ich der Kürze halber mit a bezeichnen will, wird die Präcession durch die Planeten genannt.

§. 3. Ich werde mich zuerst wenden zu den Relationen, die für die Ekliptik gelten, und da ist es vor allem wichtig, aus den obigen Fundamentalangaben die Werthe Π und π zu ermitteln; die Betrachtung des sphärischen Dreieckes $c\varepsilon\gamma_1$ wird die gewünschte Lösung gewähren. Berücksichtigt man die im §. 2 gegebenen Definitionen, so wird man für dieses Dreieck finden:

Seiten	Winkel
$c\varepsilon = 180^\circ - \Pi - l_1$	$c\gamma_1\varepsilon = \varepsilon$
$\gamma_1\varepsilon = 180^\circ - \Pi - l$	$\gamma_1 c\varepsilon = 180 - \varepsilon_0$
$\gamma_1 c = a$	$c\varepsilon\gamma_1 = \pi$.

Man kann sofort drei Relationen zwischen diesen Werthen aufstellen

$$\operatorname{tg}\tfrac{1}{2}\pi \sin\{\Pi + \tfrac{1}{2}(l_1 + l)\} = \sin\tfrac{1}{2}(l_1 - l)\operatorname{tg}\tfrac{1}{2}(\varepsilon + \varepsilon_0) \qquad (1)$$

$$\operatorname{tg}\tfrac{1}{2}\pi \cos\{\Pi + \tfrac{1}{2}(l_1 + l)\} = \cos\tfrac{1}{2}(l_1 - l)\operatorname{tg}\tfrac{1}{2}(\varepsilon - \varepsilon_0) \qquad (2)$$

$$\operatorname{tg}\tfrac{1}{2}a \cos\tfrac{1}{2}(\varepsilon + \varepsilon_0) = \operatorname{tg}\tfrac{1}{2}(l_1 - l)\cos\tfrac{1}{2}(\varepsilon - \varepsilon_0). \qquad (3)$$

Die Aufgabe wird nun sein die Werthe von π, Π und a ebenfalls als Functionen der Zeit darzustellen.

Löst man in (1) und (2) den Sinus und Cosinus der Summen der Winkel Π und $\frac{1}{2}(l_1+l)$ auf und bezeichnet die so aus (1) entstehende Relation mit (4), die aus (2) gebildete mit (5) und entwickelt weiter, indem gesetzt wird

$$(4)\cos\tfrac{1}{2}(l_1+l)-(5)\sin\tfrac{1}{2}(l_1+l)=(6)$$
$$(4)\sin\tfrac{1}{2}(l_1+l)+(5)\cos\tfrac{1}{2}(l_1+l)=(7),$$

so findet man

$$(6)\quad =\operatorname{tg}\tfrac{1}{2}\pi\sin\Pi=\cos\tfrac{1}{2}(l_1+l)\sin\tfrac{1}{2}(l_1-l)\operatorname{tg}\tfrac{1}{2}(\varepsilon+\varepsilon_0)$$
$$-\sin\tfrac{1}{2}(l_1+l)\cos\tfrac{1}{2}(l_1-l)\operatorname{tg}\tfrac{1}{2}(\varepsilon-\varepsilon_0)$$

$$(7)\quad =\operatorname{tg}\tfrac{1}{2}\pi\cos\Pi=\sin\tfrac{1}{2}(l_1+l)\sin\tfrac{1}{2}(l_1-l)\operatorname{tg}\tfrac{1}{2}(\varepsilon+\varepsilon_0)$$
$$+\cos\tfrac{1}{2}(l_1+l)\cos\tfrac{1}{2}(l_1-l)\operatorname{tg}\tfrac{1}{2}(\varepsilon-\varepsilon_0)$$

Für $\operatorname{tg}\frac{1}{2}(\varepsilon+\varepsilon_0)$ wird man schreiben können $\operatorname{tg}\{\varepsilon_0+\frac{1}{2}(\varepsilon-\varepsilon_0)\}$. Die Einführung dieser Relation ist für die Folge nöthig. —

Die Größen $l l_1 \varepsilon\varepsilon_0$, die in diesen Gleichungen vorkommen, haben die Form

$$\left.\begin{aligned} l &= \lambda t+\lambda^1 t^2\\ l_1 &= \lambda_1 t+\lambda_1^1 t^2\\ \varepsilon &= \varepsilon_0^0+\eta t+\eta^1 t^2\\ \varepsilon_0 &= \varepsilon_0^0+\eta_1^1 t^2 \end{aligned}\right\}\Theta$$

substituirt man diese Werthe in die Gleichungen (6) und (7) und bedenkt, daß

$$\cos\alpha = 1-\tfrac{1}{2}\alpha^2+$$
$$\sin\alpha = \alpha-\tfrac{1}{6}\alpha^3+$$
$$\operatorname{tg}\alpha = \alpha+\tfrac{1}{3}\alpha^3+$$

so ist sofort klar, daß man noch alle Glieder der zweiten Ordnung in Bezug auf die Zeit mitnimmt, wenn man für die Sinus und Tangenten der kleinen Winkel die Bögen und für die Cosinus dieser Winkel die Einheit substituirt. Es gehen demnach die Relationen (6) und (7) über in

$$(8)\quad \pi\sin\Pi = (l_1-l)\operatorname{tg}\varepsilon_0+\tfrac{1}{2}(\varepsilon-\varepsilon_0)\left\{\frac{l_1-l}{\cos^2\varepsilon_0}-(l_1+l)\right\}$$

$$(9)\quad \pi\cos\Pi = \tfrac{1}{2}(l_1^2-l^2)\operatorname{tg}\varepsilon_0+(\varepsilon-\varepsilon_0)\left\{1+\frac{(l_1^2-l^2)}{4\cos^2\varepsilon_0}\right\}.$$

Für die bekannten Werthe in (8) und (9) sind nun die Ausdrücke aus Θ zu substituiren; ordnet man Alles nach Potenzen der Zeit und vernachlässigt wieder die Glieder dritter Ordnung, so kann man für (8) und (9) schreiben

$$\pi \sin \Pi = mt + m't^2$$
$$\pi \cos \Pi = nt + n't^2,$$

wo m, m', n und n' folgende Bedeutung haben:

$$\left.\begin{aligned} m &= (\lambda_1 - \lambda) \operatorname{tg} \varepsilon_0 \\ m' &= (\lambda_1' - \lambda') \operatorname{tg} \varepsilon_0 + \frac{\lambda_1 - \lambda}{2\cos^2 \varepsilon_0} \eta \sin 1'' - \tfrac{1}{2}(\lambda_1 + \lambda) \eta \sin 1'' \\ n &= \eta \\ n' &= \tfrac{1}{2}(\lambda_1^2 - \lambda^2) \operatorname{tg} \varepsilon_0 \sin 1'' + (\eta' - \eta_1'). \end{aligned}\right\} \quad A$$

Für ε_0 kann überall ε_0^0 gesetzt werden, ohne Glieder zweiter Ordnung zu vernachlässigen, da ε_0^0 nur von ε_0 um eine Größe zweiter Ordnung verschieden ist. Aus den Werthen für $\pi \sin \Pi$ und $\pi \cos \Pi$ wird es nicht schwierig sein die Werthe für Π und π in der verlangten Form herzustellen. Es wird sein

$$\operatorname{tg} \Pi = \frac{m}{n} + \left(\frac{m'}{n} - \frac{n'm}{n.n}\right) \frac{t}{\sin 1''},$$

woraus sofort folgt, wenn man $\operatorname{tg} \Pi_0 = \frac{m}{n}$ annimmt

$$\left.\begin{aligned} \Pi &= \Pi_0 + \left(\frac{m'}{n} - \frac{n'm}{n.n}\right) \frac{\cos^2 \Pi_0}{\sin 1''} t \\ \pi &= (m \sin \Pi_0 + n \cos \Pi_0)\, t + (m' \sin \Pi_0 + n' \cos \Pi_0)\, t^2. \end{aligned}\right\} \quad B$$

Behandelt man in ähnlicher Weise die Gleichung (3), so wird man erhalten

$$a = \frac{l_1 - l}{\cos \frac{1}{2}(\varepsilon + \varepsilon_0)},$$

woraus folgt

$$a = \frac{\lambda_1 - \lambda}{\cos \varepsilon_0} t + \left\{\frac{\lambda_1' - \lambda'}{\cos \varepsilon_0} + \frac{(\lambda_1 - \lambda) \eta \sin \varepsilon_0 \sin 1''}{2 \cos \varepsilon_0^2}\right\} t^2. \quad \Big\} \; C$$

Führt man in die Ausdrücke (A), (B), (C) die oben gegebenen numerischen Werthe ein, so wird man finden

$$\left.\begin{aligned} \pi \sin \Pi &= +0''05841\, t + 0''00001968\, t^2 \\ \pi \cos \Pi &= -0''47593\, t + 0''00000556\, t^2 \\ \pi &= +0''47950\, t - 0''00000312\, t^2 \\ \Pi &= 173^\circ 0' 12'' - 8''694\, t \\ a &= +0''14672\, t - 0''00024174\, t^2 \end{aligned}\right\} \text{I}$$

§. 4. Ich werde nun die analogen Größen für den Äquator ableiten. Hiebei kommt das sphärische Dreieck γAc in Betracht. Die Seiten γA und cA werden vermöge der Bewegung des Äquators nahe an 90° sein. Bei A ist der aufsteigende Knoten des beweglichen Äquators in Bezug auf den fixen. Man hat wieder

Seiten	Winkel
$\gamma A = P = 90^\circ - p$	$\gamma c A = \varepsilon_0 + d\varepsilon_0$
$cA = Q = 90^\circ - q$	$c\gamma A = 180 - \varepsilon_0$
$\gamma c = l_1$	$\gamma A c = n.$

Die Relationen, die hier in Betracht kommen, sind

$$\operatorname{tg} \tfrac{1}{2}(p+q) = -\frac{\sin \frac{1}{2} d\varepsilon_0}{\sin(\varepsilon_0 + \frac{1}{2} d\varepsilon_0)} \cot \tfrac{1}{2} l_1$$

$$\operatorname{tg} \tfrac{1}{2}(p-q) = \frac{\cos(\varepsilon_0 + \frac{1}{2} d\varepsilon_0)}{\cos \frac{1}{2} d\varepsilon_0} \operatorname{tg} \tfrac{1}{2} l_1$$

$$\sin n = \frac{\sin(\varepsilon_0 + d\varepsilon_0) \sin l_1}{\sin P}.$$

Läßt man, ähnlich wie füher, wieder die Glieder dritter Ordnung weg, so ist:

$$180^\circ - (P+Q) = p + q = -\frac{2\eta_1'}{\lambda_1 \sin \varepsilon_0 \sin 1''} t + \frac{2\eta_1'\lambda_1'}{\lambda_1\lambda_1 \sin \varepsilon_0} \frac{t^2}{\sin 1''}$$

$$Q - P = p - q = \lambda_1 \cos \varepsilon_0 t + \lambda_1' \cos \varepsilon_0 t^2$$

$$n = \lambda_1 \sin \varepsilon_0 t + \lambda_1' \sin \varepsilon_0 t^2.$$

Der Ausdruck der allgemeinen Präcession in Rektascension findet sich leicht aus der Relation

$$m = Q - P - a.$$

Die numerische Substitution läßt folgende Werthe finden:

$$\left.\begin{aligned} P &= 90^\circ - 23''029\, t \\ m &= 46''05938\, t + 0''00014192\, t^2 \\ n &= 20\cdot05137\, t - 0''00004332\, t^2 \end{aligned}\right\} \text{II.}$$

§. 5. Durch die in §. 3 und §. 4 gegebenen Werthe wird es nicht schwer den Einfluß der Änderungen der Fundamentalebene auf die Orte der Himmelskugel zu ermitteln. Hiebei jedoch haben wir eine zweifache Aufgabe zu lösen. Der zuerst zu behandelnde Abschnitt soll sich mit dem Einfluß beschäftigen, den die Präcession auf die Bahnlage eines Himmelskörpers ausübt, und der zweite Theil wird sich mit dem Einfluß der Präcession auf den einzelnen Ort befassen.

Es sei in der Figur der mit den Buchstaben (B) bezeichnete Bogen, ein Stück des größten Kreises, den die Bahnebene mit der Himmelskugel im Durchschnitt bildet. Bei Ω_0 und Ω_1 sind die aufsteigenden Knoten in der fixen und beweglichen Ekliptik; $\varepsilon_0\Omega_0 B$ und $\varepsilon_1\Omega_1 B$ sind die zugehörigen Neigungen $(i_0 i_1)$. Die Neigungen werde ich bis 180° zählen und nehme daher auf die sonst übliche Unterscheidung von retrograder und directer Bewegung keine Rücksicht. Der Bogen $\Omega_0\Omega_1 = d\omega$ ist die Änderung des Abstandes des Perihels vom Knoten, so weit diese von der Präcession abhängig ist. Bezeichnet man die analogen Größen des Äquators durch Accente, so hat man für die Ekliptik und den Äquator beziehungsweise die beiden sphärischen Dreiecke; $\Omega_0\varepsilon\Omega_1$ und $\Omega_0' A \Omega_1'$ zu betrachten. Es sind wieder

Ekliptik		Äquator	
Seiten	Winkel	Seiten	Winkel
$\Omega_0 + 180^\circ - \Pi$	$180 - i_1$	$P - \Omega_0'$	i_1'
$\Omega_1 + 180^\circ - \Pi - l$	i_0	$P - \Omega_1' + m$	$180 - i_0'$
$d\omega$	π	$d\omega'$	n

Das erste Dreieck gewährt die folgenden Relationen [1].

$$\left.\begin{aligned} \operatorname{tg}\tfrac{1}{2}(\Omega_1 - \Pi - l + d\omega) &= \frac{\cos\frac{1}{2}(i_0+\pi)}{\cos\frac{1}{2}(i_0-\pi)} \operatorname{tg}\tfrac{1}{2}(\Omega_0 - \Pi) \\ \operatorname{tg}\tfrac{1}{2}(\Omega_1 - \Pi - l - d\omega) &= \frac{\sin\frac{1}{2}(i_0+\pi)}{\sin\frac{1}{2}(i_0-\pi)} \operatorname{tg}\tfrac{1}{2}(\Omega_0 - \Pi) \end{aligned}\right\} \quad (10)$$

das zweite Dreieck liefert

$$\left.\begin{aligned} \operatorname{tg}\tfrac{1}{2}(\Omega_1' - P - m + d\omega') &= \frac{\cos\frac{1}{2}(i_0'+n)}{\cos\frac{1}{2}(i_0'-n)} \operatorname{tg}\tfrac{1}{2}(\Omega_0' - P) \\ \operatorname{tg}\tfrac{1}{2}(\Omega_1' - P - m - d\omega') &= \frac{\sin\frac{1}{2}(i_0'+n)}{\sin\frac{1}{2}(i_0'-n)} \operatorname{tg}\tfrac{1}{2}(\Omega_0' - P) \end{aligned}\right\} \quad (11)$$

[1] Ganz auf ähnliche Weise ist die Ableitung von H. Seeling. Astr. Nachr. Nr. 1288.

Vergleicht man die Gleichungen in (10) und (11), so sieht man sofort, daß dieselben der Form nach identisch sind. Man kann sich deshalb bei der weitern Entwicklung nur auf die Betrachtung des einen Falles beschränken, da man sofort die Ausdrücke von der Ekliptik auf den Äquator durch geeignete Änderungen der Buchstaben übertragen kann. Man wird setzen müssen

statt $\Omega_1 : \Omega'_1$
„ $\Omega_0 : \Omega'_0$
„ $i_1 : i'_1$
„ $i_0 : i'_0$
„ $d\omega : d\omega'$
„ $\Pi : P$
„ $\pi : n$
„ $l : m$

Auch ohne Ansicht der Formeln ist dieses Wechselverhältniß klar, da die hier gegenübergestellten Bezeichnungen Analoga sind.

Um nun die Gleichungen (10) in eine geeignete Form zu bringen, um aus denselben direct die Änderungen des Knotens und Perihels ableiten zu können, nehme ich den bekannten Satz zu Hilfe, daß Funktionen von der Form

$$\operatorname{tg}\varphi' = g \operatorname{tg}\varphi$$

in eine Reihe entwickelt werden können, die nach den Sinus der Geraden vielfachen von φ vorschreitet und den Werth $(\varphi'-\varphi)$ angibt. Diese Reihe ist:

$$\varphi'-\varphi = \frac{g-1}{g+1}\sin 2\varphi + \tfrac{1}{2}\left(\frac{g-1}{g+1}\right)^2 \sin 4\varphi + \tfrac{1}{3}\left(\frac{g-1}{g+1}\right)^3 \sin 6\varphi + \ldots$$

welche Reihe im Allgemeinen rasch convergirt, sobald nur die Werthe $\left(\frac{g-1}{g+1}\right)$ hinlänglich klein sind, was im vorliegenden Falle in der That stattfindet, da die Coëfficienten nach Potenzen von π vorschreiten. In der ersten Gleichung (10) werden wir setzen müssen

$$\frac{g-1}{g+1} = -\operatorname{tg}\tfrac{1}{2}i_0 \operatorname{tg}\tfrac{1}{2}\pi,$$

in der zweiten Gleichung (10) jedoch

$$\frac{g-1}{g+1} = \operatorname{cotg}\tfrac{1}{2}i_0 \operatorname{tg}\tfrac{1}{2}\pi.$$

Geht man bis zu Gliedern zweiter Ordnung inclusive, so wird man erhalten

$$\left.\begin{aligned}\tfrac{1}{2}(\Omega-\Omega_0)-\tfrac{1}{2}d\omega &= \tfrac{1}{2}l+\operatorname{cotg}\tfrac{1}{2}i_0\operatorname{tg}\tfrac{1}{2}\pi\sin(\Omega_0-\Pi)\\ &\quad+\tfrac{1}{2}\operatorname{cotg}^2\tfrac{1}{2}i_0\operatorname{tg}^2\tfrac{1}{2}\pi\sin 2(\Omega_0-\Pi)+\ldots\\ \tfrac{1}{2}(\Omega-\Omega_0)+\tfrac{1}{2}d\omega &= \tfrac{1}{2}l-\operatorname{tg}\tfrac{1}{2}i_0\operatorname{tg}\tfrac{1}{2}\pi\sin(\Omega_0-\Pi)\\ &\quad+\tfrac{1}{2}\operatorname{tg}^2\tfrac{1}{2}i_0\operatorname{tg}^2\tfrac{1}{2}\pi\sin 2(\Omega_0-\Pi)+\ldots\end{aligned}\right\}\quad(12)$$

Für die Tangenten von $^1/_2\pi$ kann man die Bögen setzen und es wird durch Addition der Gleichungen

$$\begin{aligned}\Omega_1 &= \Omega_0+l+\operatorname{cotg} i_0\pi\sin(\Omega-\Pi)\\ &\quad+(\operatorname{cotg}^2 i_0+\tfrac{1}{2})\,\pi\sin(\Omega_0-\Pi)\,\pi\cos(\Omega_0-\Pi)\sin 1''+\ldots\end{aligned}\quad(13)$$

Ganz ähnliche Ausdrücke würde man für $d\omega$ erhalten, bedenkt man, daß das Perihel $\pi_1 = \omega+\Omega$ ist, also:

$$d\pi_1 = d\omega+d\Omega$$

und es für die praktische Anwendung in der Regel bequemer ist die Änderungen der Lage des Perihels selbst zu kennen, so werden wir den hiezu nöthigen Ausdruck durch Verdopplung der zweiten Gleichung (12) sogleich erhalten und finden

$$\begin{aligned}\pi_1 &= \pi_0+l-\operatorname{tg}\tfrac{1}{2}i_0\pi\sin(\Omega_0-\Pi)\\ &\quad+\tfrac{1}{2}\operatorname{tg}^2\tfrac{1}{2}i_0\pi\sin(\Omega_0-\Pi)\,\pi\cos(\Omega_0-\Pi)\sin 1''+\ldots\end{aligned}\quad(14)$$

Um die Ausdrücke für die Änderung der Neigung zu erhalten bemerke man die Relation:

$$\operatorname{tg}\tfrac{1}{2}(i_0+180^\circ-i_1) = \frac{\cos\tfrac{1}{2}(\Omega_1-\Omega_0-l)}{\cos\tfrac{1}{2}(\Omega_1-2\Pi-l+\Omega_0)}\operatorname{cotg}\tfrac{1}{2}\pi$$

und ganz analoge Ausdrücke gelten für den Äquator. Substituirt man nun aus (13) für Ω_1 den Werth und nimmt nur was hier ausreicht, indem nur noch die Glieder zweiter Ordnung berücksichtigt werden, das Glied erster Ordnung mit, so wird man finden für

$$\operatorname{tg}\tfrac{1}{2}(i_1-i_0) = -\frac{\cos\{(\Omega_0-\Pi)+\tfrac{1}{2}\operatorname{cotg} i_0\pi\sin(\Omega_0-\Pi)\}}{\cos\tfrac{1}{2}\{\operatorname{cotg} i_0\pi\sin(\Omega_0-\Pi_1\}}\operatorname{tg}\tfrac{1}{2}\pi$$

und daraus

(15) $i_1 = i_0 - \pi \cos(\Omega_0 - \Pi) + \frac{1}{2} \operatorname{cotg} i_0 \pi^2 \sin^2(\Omega_0 - \Pi) \sin 1'' \ldots$

Bewerkstelligt man durch die oben angedeutete Substitution den Übergang auf den Äquator und setzt anstatt $P = 90^\circ - p$, so findet man aus (13), (14) und (15)

$$\begin{aligned}
\Omega_1' &= \Omega_0' + m - \operatorname{cotg} i_0' n \cos(\Omega_0' + p) \\
&\qquad - (\operatorname{cotg}^2 i_0' + \tfrac{1}{2})\, n \sin(\Omega_0' + p)\, n \cos(\Omega_0' + p) \sin 1'' \\
\pi_1' &= \pi_0' + m + \operatorname{tg} \tfrac{1}{2} i_0' n \cos(\Omega_0' + p) \\
&\qquad - \tfrac{1}{2} \operatorname{tg}^2 \tfrac{1}{2} i_0' n \sin(\Omega_0' + p)\, n \cos(\Omega_0' + p) \sin 1'' \\
i_1' &= i_0' - n \sin(\Omega_0' + p) + \tfrac{1}{2} \operatorname{cotg} i_0' \{n \cos(\Omega_0' + p)\}^2 \sin 1''.
\end{aligned}$$

In den Gliedern zweiter Ordnung für Ω und π habe ich absichtlich die Reduction auf den doppelten Winkel von $\Omega - \Pi$ und $\Omega + p$ nicht vorgenommen, da in dieser Form die numerische Rechnung etwas kürzer wird.

§. 6. Es könnte scheinen als ob nach den bisherigen Entwicklungen nur die Übertragung der Elemente von der fixen Epoche auf die Zeit t_0 möglich wäre, während eine Übertragung von der Zeit t_0 auf t_1 nicht unmittelbar durchführbar ist. Die Lösung jedoch dieser Aufgabe, wird keine Schwierigkeiten haben, wenn man nur die Constanten auf eine geeignete Form bringt, so daß für jede beliebige Zeit, die Fundamentalebene in dem Sinne, wie es oben geschieht, als fix betrachtet werden kann.

Mit Ausnahme von Π haben alle hier in Betracht kommenden Größen die Form

$$r = at + bt^2,$$

wo t vom Jahre 1850 in vorliegenden Falle zu zählen ist. Für den Zeitpunkt t_0 und t_1 würde man in Bezug auf die Epoche 1850 erhalten

$$\begin{aligned}
r_{t_0} &= at_0 + bt_0^2 \\
r_{t_1} &= at_1 + bt_1^2,
\end{aligned}$$

also durch Subtraction und eine leichte Umformung

$$r_{t_0}^{t_1} = (a + 2bt_0)(t_1 - t_0) + b(t_1 - t_0)^2,$$

wodurch die verlangte Form hergestellt ist, indem wir jetzt die Coëfficienten alle auf eine beliebige Epoche, die als Ausgangspunkt gewählt werden kann, beziehen können.

Eine etwas andere Betrachtung muß mit Π vorgenommen werden. Es wurde Π ermittelt aus der Verbindung der Ausdrücke $\pi \sin \Pi$ und $\pi \cos \Pi_1$ die ganz dieselbe Form haben, wie dieselbe durch r oben repräsentirt wird; es ist also für eine beliebige Epoche

$$\pi \sin \Pi = (m + 2m't_0)(t_1 - t_0) + m'(t_1 - t_0)^2$$
$$\pi \cos \Pi = (n + 2n't_0)(t_1 - t_0) + n'(t_1 - t_0)^2.$$

Geht man nicht über Glieder hinaus die zweiter Ordnung sind, so wird

$$\Pi = \text{arc}\left(\text{tg} = \frac{m + 2m't_0}{n + 2n't_0}\right) + \left(\frac{m'}{n} - \frac{n'm}{nn}\right) \frac{\cos^2\Pi_0 (t_1 - t_0)}{\sin 1''}$$

Der zweite Theil dieses Ausdruckes ist ganz derselbe, der früher für diesen Coëfficienten gefunden wurde. Bezeichnet man denselben der Kürze halber mit c, so wird man schreiben können

$$\Pi = \text{arc}\left(\text{tg} = \frac{m + 2m't_0}{n + 2n't_0}\right) + c(t_1 - t_0).$$

Ist Π_0 der Werth von Π für die fixe Epoche 1850, so wird man sofort für den Werth $\frac{m + 2m't_0}{n + 2n't_0}$, wenn man nach Potenzen der Zeit entwickelt, finden.

$$\text{tg}\,\Pi = \text{tg}\,\Pi_0 + 2\left\{\frac{m'}{n} - \frac{n'm}{nn}\right\} t_0.$$

Bedenkt man, daß außerdem eine Änderung der Lage des Äquinoctialpunktes durch die allgemeine Präcession bewirkt wird, so stellt sich nun der vollständige für jede beliebige Epoche geltende Ausdruck für Π wie folgt:

$$\Pi = \Pi_0 + 2ct_0 + lt_0 + c(t_1 - t_0)$$

oder numerisch

$$\Pi = 173°0'12'' + 32''847\, t_0 - 8''964\,(t_1 - t_0).$$

§. 7. Es ist wohl zweckmässig alles Zusammengehörige übersichtlich neben einander zu stellen und ich gebe zwei Zusammenstellungen, wovon die eine für die Ekliptik, die andere für den Äquator, als Fundamentalebene angenommen, gilt. Die Zeit t_0 entspricht der vorgelegten Ausgangsepoche, t_1 ist die Zeit, auf welche das Elementensystem übertragen werden soll.

Einfluss der Präcession auf Ekliptikalelemente[1]).

$$\Omega_1 = \Omega_0 + l + \text{cotg}\, i_0 \pi \sin(\Omega_0 - \Pi)$$
$$+ (\text{cotg}^2 i_0 + \tfrac{1}{2})\, \pi \sin(\Omega_0 - \Pi)\, \pi \cos(\Omega_0 - \Pi) \sin 1''$$
$$\pi_1 = \pi_0 + l - \text{tg}\tfrac{1}{2} i_0 \pi \sin(\Omega_0 - \Pi)$$
$$+ \tfrac{1}{2} \text{tg}^2 \tfrac{1}{2} i_0 \pi \sin(\Omega_0 - \Pi)\, \pi \cos(\Omega_0 - \Pi) \sin 1''$$
$$i_1 = i_0 - \pi \cos(\Omega_0 - \Pi) + \tfrac{1}{2} \text{cotg}\, i_0 \{\pi \sin(\Omega_0 - \Pi)\}^2 \sin 1''$$
$$\Pi = 173°0'12'' + 32''847\,(t_0 - 1850) - 8''694\,(t_1 - t_0)$$
$$\pi = \{0''47950 - 0''00000624\,(t_0 - 1850)\}(t_1 - t_0)$$
$$- 0''00000312\,(t_1 - t_0)^2$$
$$l = \{50''23465 + 0\cdot00022576\,(t_0 - 1850)\}(t_1 - t_0)$$
$$+ 0\cdot00011288\,(t_1 - t_0)^2.$$

Einfluss der Präcession auf Äquatorealelemente.

$$\Omega'_1 = \Omega'_0 + m - \text{cotg}\, i'_0 n \cos(\Omega'_0 + p)$$
$$- (\text{cotg}^2 i'_0 + \tfrac{1}{2})\, n \sin(\Omega'_0 + p)\, n \cos(\Omega'_0 + p) \sin 1''$$
$$\pi'_1 = \pi'_0 + m + \text{tg}\tfrac{1}{2} i'_0 n \cos(\Omega'_0 + p)$$
$$- \tfrac{1}{2} \text{tg}^2 \tfrac{1}{2} i_0 n \sin(\Omega'_0 + p)\, n \cos(\Omega'_0 + p) \sin 1''$$
$$i'_1 = i'_0 - n \sin(\Omega'_0 + p) + \tfrac{1}{2} \text{cotg}\, i'_0 \{n \cos(\Omega'_0 + p)\}^2 \sin 1''$$
$$p = 23''029\,(t_1 - t_0)$$
$$n = \{20''05137 - 0\cdot00008664\,(t_0 - 1850)\}(t_1 - t_0)$$
$$- 0\cdot00004332\,(t_1 - t_0)^2$$
$$m = \{46''05938 + 0\cdot00028384\,(t_0 - 1850)\}(t_1 - t_0)$$
$$+ 0\cdot00014192\,(t_1 - t_0)^2.$$

§. 8. Der Einfluß der Präcession auf den Ort eines Himmelskörpers kann auf zweifache Weise berechnet werden, man bedient sich entweder strenger Formeln, oder man führt, was für die meisten Zwecke ausreichend, nur Näherungswerthe ein. Die strengen Formeln wird man anwenden müssen, sobald man den Übergang auf ein sehr entferntes Äquinoctium auszuführen hat oder sobald die Sterne dem Pole sehr nahe stehen; für vorliegende Aufgabe brauchen wir jedoch

[1]) Vergl. Hansen. Astr. Nachr. 826.

die strengen Formeln nicht zu beachten, da bei Einführung derselben die Eingangs erwähnten Fundamentalwerthe unmittelbar in Anwendung kommen, die man allenfalls zu diesem Zwecke in eine Form überführt, wodurch dieselben unmittelbar für jede beliebige Zeit, als Anfangsepoche genommen, in Rechnung gezogen werden können. Die Umsetzung geschieht auf die im §. 6 gezeigte Weise.

Bei der Entwickelung der oben erwähnten Näherungsformeln werde ich einen Weg einschlagen, der für beide Coordinatensysteme vollkommen analog ist, so daß wieder schließlich nur durch Umsetzung der Buchstaben die für die Ekliptik erhaltenen Resultate auf den Äquator übertragen werden können. Ist λ und β die Länge und Breite des Gestirns zur Zeit der Ausgangsepoche (α und δ Rektascension und Declination zu derselben Zeit) $d\lambda$ und $d\beta$ ($d\alpha$ und $d\delta$) die Änderungen dieser Coordinaten durch die Präcession, so sind die rechtwinkeligen Coordinaten in Bezug auf die fixe Ekliptik, als Anfangspunkt der Zählung Π angenommen

$$x = \cos\beta\cos(\lambda - \Pi)$$
$$y = \cos\beta\sin(\lambda - \Pi)$$
$$z = \sin\beta.$$

Für die andere Ekliptik wird, mit derselben Zählweise

$$x_1 = \cos(\beta + d\beta)\cos(\lambda + d\lambda - \Pi - l)$$
$$y_1 = \cos(\beta + d\beta)\sin(\lambda + d\lambda - \Pi - l)$$
$$z_1 = \sin(\beta + d\beta).$$

Das erstere System unterscheidet sich vom zweiten nur dadurch, daß das zweite Coordinatensystem um den Winkel π, die X-Achse als Drehungsachse angenommen, gegen das erstere gedreht erscheint; es sind demnach die Transformationsformeln

$$x_1 = x$$
$$y_1 = y\cos\pi + z\sin\pi$$
$$z_1 = -y\sin\pi + z\cos\pi.$$

Substituirt man in diese Gleichungen die oben aufgestellten Werthe und nimmt nur die ersten Potenzen der Änderungen mit, so wird sofort

$$-\cos\beta\sin(\lambda-\Pi)(d\lambda-l)-\cos(l-\Pi)\sin\beta d\beta = 0$$
$$\cos\beta\cos(\lambda-\Pi)(d\lambda-l)-\sin(l-\Pi)\sin\beta d\beta = \sin\beta\pi$$
$$\cos\beta d\beta = -\cos\beta\sin(\lambda-\Pi)\pi$$

aus der Verbindung der ersten zwei Gleichungen findet man nach Elimination von $d\beta$ sogleich $d\lambda$, die dritte gibt ohne weitere Transformation $d\beta$ und man wird finden

$$(16)\qquad \left.\begin{aligned} d\lambda &= l+\pi\,\mathrm{tg}\,\beta\cos(\lambda-\Pi) \\ d\beta &= -\pi\sin(\lambda-\Pi). \end{aligned}\right\}$$

Um dieselben Änderungen für den Äquator zu finden, wird man nur zu setzen brauchen

statt	λ	:	α
„	β	:	δ
„	$d\lambda$	:	$d\alpha$
„	$d\beta$	:	$d\delta$
„	l	:	m
„	π	:	n
„	Π	:	$90 - p$.

Bedenkt man aber, daß $p = f(t_1 - t_0)$ ist, demnach p bei unendlich kleinen Zwischenzeiten, wie dieselben oben vorausgesetzt wurden, gleich Null wird, so ergibt die oben angedeutete Substitution

$$(17)\qquad \left\{\begin{aligned} d\alpha &= m+n\,\mathrm{tg}\,\delta\sin\alpha \\ d\delta &= n\cos\alpha. \end{aligned}\right.$$

Bei diesen Formeln, und bei denen in (16) angeführten, wird man sofort die Glieder zweiter Ordnung auf die bekannte Weise berücksichtigen können, daß man, wenn ein genäherter Werth der Präcession bekannt ist alles auf die Zeit $\frac{t_1+t_0}{2}$, d. h. auf die Mitte der Zeiten bezieht. Für die praktische Anwendung habe ich in folgender Tabelle die in Betracht kommenden Größen für das gegenwärtige Jahrhundert von 10 zu 10 Jahren berechnet.

	l	π	Π	m	$\lg \frac{n}{15}$	$\lg n$
1800	50″2234	0″4792	172°32′50″	3·06968	0·126146	1·302238
1810	50·2256	0·4793	172 38 18	3·06987	0·126128	1·302219
1820	50·2279	0·4793	172 43 47	3·07006	0·126109	1·302200
1830	50·2301	0·4794	172 49 15	3·07025	0·126090	1·302182
1840	50·2324	0·4794	172 54 44	3·07044	0·126072	1·302163
1850	50·2346	0·4795	173 0 12	3·07063	0·126053	1·302144
1860	50·2369	0·4796	173 5 40	3·07081	0·126034	1·302125
1870	50·2392	0·4796	173 11 9	3·07100	0·126015	1·302107
1880	50·2414	0·4797	173 16 37	3·07119	0·125996	1·302088
1890	50·2437	0·4797	173 22 6	3·07138	0·125978	1·302069
1900	50·2459	0·4798	173 27 34	3·07157	0·125959	1·302050

Über den Einfluß der Stromesdauer auf die elektrische Erregung der Muskeln.

Von dem w. M. **Ernst Brücke.**

Es ist eine Reihe von Gesichtslähmungen bekannt geworden, bei welchen die Therapeuten die Muskeln und ihre Nerven unerregbar fanden für Inductionsströme, während mit großer Leichtigkeit, ja mit größerer Leichtigkeit als auf der gesunden Seite, Contractionen erzielt wurden, wenn man Kettenströme hindurchleitete. Die ersten Fälle dieser Art wurden nicht lange nach einander von Baierlacher (Baierisches ärztliches Intelligenzblatt 1859, Nr. 4) und von B. Schulz (Wiener medicinische Wochenschrift 1860, Nr. 27) beschrieben. Im Jahre 1864 hat E. Neumann das Verständniß für diese Beobachtungen wesentlich gefördert, indem er an einem von ihm behandelten Kranken experimentell bewies, daß das Vermögen des Kettenstromes, die gelähmte Seite in Bewegung zu bringen, von seiner längeren Dauer abhing. Er brachte Kettenströme von sehr kurzer Dauer hervor, indem er den Kreis vorübergehend dadurch schloß, daß er mit einem Platindraht quer über die schmale Kante eines in einen Nichtleiter eingelassenen Platinblechs hinfuhr, und fand nun, daß die gelähmten Muskeln für solche Ströme, selbst wenn sie von einer vielelementigen Kette ausgingen, ähnlich unempfindlich waren, wie für Inductionsschläge. Der Einwurf, daß diese Ströme vielleicht nur deshalb nicht wirkten, weil sie nicht Zeit hatten, sich zu hinreichender Stärke zu entwickeln, wiederlegt sich, abgesehen von der großen Geschwindigkeit, mit der diese Entwickelung erfolgt, schon dadurch, daß dieselben Ströme auf der gesunden Seite heftige Zuckungen hervorriefen, während bei langsamem Schließen und Öffnen der Kette die kranke Seite sich nicht nur eben so empfindlich, sondern selbst empfindlicher erwies als die gesunde, wie dies auch B. Schulz bereits bei der Beschreibung der von ihm beobachteten Kranken hervorgehoben hatte.

E. Neumann stellte ferner Versuchsreihen an über das Verhalten absterbender Muskeln und Nerven [1]), und er fand, daß die Reizbarkeit für momentane Ströme viel schneller abnimmt, als für länger dauernde. Es zeigte sich dies, wenn er die Ströme durch den Muskel selbst sendete, und auch wenn er sie nur durch den Nerven gehen ließ. Er weist auf die Übereinstimmung der hier beobachteten Erscheinungen mit denen hin, welche ihm die gelähmten Gesichtsmuskeln des vorerwähnten Patienten darboten.

Ist diese Übereinstimmung eine vollständige? Bei den Froschpräparaten sank die Erregbarkeit für länger dauernde Ströme auch, sie sank nur langsamer als die für momentane; bei dem Kranken aber war die gelähmte Seite selbst erregbarer für die länger dauernden Ströme als die gesunde, und dasselbe beobachteten die übrigen Ärzte, denen ähnliche Fälle zur Behandlung kamen. Bei den Froschpräparaten gingen Nerven und Muskeln dem Absterben entgegen, bei den Kranken aber zeigten sich nur die Nerven für Reize aller Art unempfindlich, es erfolgten niemals Zuckungen bei sogenannter extramuskulärer oder indirecter Reizung, wenn aber eine der Elektroden auf den Muskel selbst gesetzt wurde, so zeigte sich die Reizbarkeit nur für kurz dauernde Ströme herabgesetzt, für länger dauernde keineswegs. E. Neumann sagt an einer Stelle seiner Krankengeschichte: „Zwischen beiden Seiten, der gesunden und der kranken, zeigt sich aber ferner, abgesehen von der größeren Reizbarkeit der letzteren, der wesentliche Unterschied, daß die gelähmten Muskeln nur auf dem Wege directer Muskelreizung, nicht aber durch indirecte extramuskuläre Reizung zur Zusammenziehung zu bringen sind, während auf der gesunden Seite ein Strom von 14 bis 16 Elementen auch dann Zuckungen erregt, wenn die eine Elektrode auf die Austrittsstelle des Faciales, die andere in die Nähe derselben gesetzt wird. Dieser Umstand könnte in Verbindung mit den giltigen Ansichten über die anatomischen Vorgänge, welche den rheumatischen Lähmungen zu Grunde liegen, die Vermuthung begründen, daß es sich auf der gelähmten Seite vielleicht um eine vollständige Degeneration oder wenigstens Functionsunfähigkeit der Nerven bis in ihre peripherischen Endigungen hinein handelt, und daß demnach die

---

[1]) Reichert und Du Bois Archiv für Anatomie und Physiologie 1864, S. 554.



durch den constanten Strom ausgelösten Zuckungen ohne Nervenvermittelung durch die Reizung der Muskelfasern selbst zu Stande kommen". E. Neumann scheint diese Vorstellung nicht zu der seinigen gemacht zu haben, da er nirgens auf dieselbe zurückkommt.

Einen größeren Werth legt ihr Hugo Ziemssen bei, der in der dritten Auflage seiner Elektricität in der Medicin S. 108 sagt: „Hiernach dürfte bei peripherischen Lähmungen die Ernährungsstörung in den lädirten Nerven das wichtigste Moment für die Genese der consecutiven Erregbarkeitsveränderungen gegen den elektrischen Strom sein", und auf Seite 109, wo er die Erscheinungen classificirt und ihnen die organischen Veränderungen gegenüberstellt, welche er für ihre Ursache hält: „Vierter Grad. Die Erregbarkeit der Nerven für den Willen und für beide Arten des elektrischen Stromes erloschen, dagegen die Irritabilität der Muskeln für den constanten Strom erhalten. — Völlige Entartung der Nerven bis in die Muskeln hinein". Ziemssen stützt sich einerseits auf die durch Duchenne bekannt gewordene und später von andern bestätigte Thatsache, daß bei Verwundungen, von denen Nerven mitbetroffen werden, die Erregbarkeit der von ihnen versorgten Muskeln für Inductionsschläge gewöhnlich in der zweiten Hälfte der ersten oder in der ersten Hälfte der zweiten Woche erlischt, und andererseits darauf, daß er in zwei derartigen Fällen, die er beobachtete, mittelst des constanten Stromes noch Contractionen hervorrufen konnte.

Ich bin in neuerer Zeit zu Versuchsresultaten gelangt, welche zu diesem Gegenstande in naher Beziehung stehen, und welche ich im Nachfolgenden mittheilen will.

Ich durchschneide einem auf ein durchlöchertes Brett aufgebundenen Frosche die *Plexus ischiadici*, indem ich zu beiden Seiten zwischen Steißbein und Darmbein eingehe. Es hat dies keinen anderen Zweck, als den, die Beine von allen willkürlichen und reflectirten Impulsen frei zu machen. Nun binde ich die Beine los und schiebe unter sie ein Paar auf eine Glasplatte aufgekittete amalgamirte Zinkelektroden, die mit einem Du Bois'schen Schlüssel in Verbindung stehen. Die Beine werden auf ihnen so gelagert, daß sie den Zwischenraum überbrücken, indem sie mit dem unteren Theile der Oberschenkel und den Kniegelenken auf der einen, mit den Füssen auf

der anderen ruhen. Mit dem Schlüssel ist ein Du Bois'sches Rheochord (von Sauerwald in Berlin) und mit diesem eine zweigliedrige Kette verbunden, hier und in den folgenden Versuchen bestehend aus Kohlen-Zink-Elementen mit der Wöhler-Buff'schen Chromflüssigkeit. Indem ich nun den Schlüssel abwechselnd öffne und schließe wird der Rheochordschieber so weit verschoben, daß eben die ersten schwachen Zuckungen eintreten und dann seine Stellung bemerkt. Diese Messungen werden gemacht, einmal indem die Ströme absteigend, das andere Mal indem sie aufsteigend durch die Schenkel gehen. Dann verbinde ich mit dem Schlüssel statt der Kette und des Rheochords einen Du Bois'schen Schlitten-Elektromotor und suche bei permanent oder zeitweise geöffneten Schlüssel die Stellung des Schlittens, bei der wiederum die ersten schwachen Zuckungen eintreten. Bei beiden Versuchen habe ich Gelegenheit mich zu überzeugen, daß beide Beine gleich oder nahezu gleich leicht erregbar sind.

Nun umschnüre ich den einen Oberschenkel nahe an seinem oberen Ende mit einem Bande, und vergifte das Thier vom Hinterhaupt aus mit Curare. Sobald vollständige Lähmung eingetreten ist, mache ich dieselben Messungen wie vorher. Beim Kettenstrom zeigt sich auch jetzt keine erhebliche Verschiedenheit beider Beine, und wenn eins früher zuckt als das andere, so ist es in der Regel das nicht umschnürte, das vergiftete. Ganz anders aber ist das Verhalten bei Anwendung des Elektromotors. Hier zeigt sich ein sehr erheblicher und ganz constanter Unterschied. Wenn das umschnürte Bein zu zucken beginnt, kann ich den Schlitten um ein gutes Stück, ja in einzelnen Fällen noch um 3 Centimeter hinaufschieben, ehe das andere Bein mitzuckt. Diese Verschiebung bedeutet um so mehr, als sie bei den von mir gebrauchten Mitteln und der actuellen Reizbarkeit der Frösche gerade da liegt, wo sich die secundäre Spirale der primären hart annähert und beginnt sich über sie hinaufzuschieben, also in einer Region, in der kleine Verschiebungen große Änderungen in der Stärke der Inductionsströme hervorbringen.

Will man die Ligatur vermeiden, so durchschneidet man zwei Fröschen die *Plexus ischiadici*, vergleicht sie auf die vorerwähnte Weise, vergiftet den einen mit Curare und vergleicht sie nach eingetretener Lähmung wieder. Auch hier zeigt sich in Folge der Vergiftung eine so entschiedene Depression der Erregbarkeit für den

Magnetelektromotor, daß das Resultat wesentlich dasselbe ist, wie in den vorerwähnten Versuchen.

Ich richtete nun einen Frosch ganz eben so zu, wie beim ersten Versuche, und vergiftete ihn nach Anlegung der Ligatur mit Curare. Nachdem Lähmung eingetreten war, brachte ich ihn auf die Elektroden und prüfte mittelst des Rheochords die Erregbarkeit für den Kettenstrom. Das vergiftete Bein zuckte früher als das unvergiftete. Dann brachte ich den Rheochordschieber auf Null zurück und schaltete zwischen Kette und Rheochord einen größeren Magnetelektromotor von Siemens und Halske in der Weise ein, daß der Extrastrom zum Rheochord abgeleitet war, während der Schlüssel, mit dem das Rheochord nach wie vor in Verbindung stand, bleibend geöffnet wurde. Nun setze ich, indem ich den Rheochordschieber weiter und weiter vom Nullpunkte fortschob, den Magnetelektromotor in Bewegung. Hier zeigte sich die Depression der Erregbarkeit für Inductionsschläge in noch auffallenderer Weise. Gleich beim ersten Versuche verhielten sich die Drahtlängen, welche eingeschaltet werden mußten, um das unvergiftete und das vergiftete Bein zucken zu machen, wie 1 zu 7, und bei einem späteren Versuche, in welchem keine Ligatur angelegt war, sondern die Reizbarkeit vor und nach der Vergiftung verglichen wurde, verhielten sich die Drahtlängen gar wie 1 zu 18. Man kann diesen Versuch für die Demonstration in recht handgreiflicher Weise anstellen. Man durchschneidet einem Frosche in der erwähnten Weise die *Plexus ischiadici*, umschnürt das eine Bein und vergiftet ihn. Nach eingetretener Lähmung legt man ihn auf die Elektroden, aber so, daß der Fuß des umschnürten Beines die Electrode nicht direct berührt, sondern etwas seitlich auf einem kleinen Lager ruht, das aus etwa acht Blättern nassen Fließpapiers von der Größe eines Quadratzolls besteht und seinerseits wieder theilweise auf der Elektrode aufliegt. Vermöge des größeren Leitungswiderstandes erhält es nun einen geringeren Stromantheil und man findet deshalb für den Schieber des mit einer Kette direct verbunden Rheochords leicht eine Stellung, bei welcher dies unvergiftete Bein während des abwechselnden Öffnens und Schließens des Schlüssels vollständig in Ruhe bleibt, das vergiftete aber beim jedesmaligen Öffnen deutlich zuckt. Nachdem man dies gezeigt, schaltet man den Elektromotor ein, dessen Extrastrom zum Rheochord abgeleitet wird, bringt den Rheochordschieber auf Null, öffnet den

Schlüssel bleibend und setzt nun, indem man den Rheochordschieber zu verschieben beginnt den Magnetelektromotor in Gang. Indem derselbe arbeitet, fährt man fort den Schieber weiter zu rücken bis das unvergiftete Bein zu zucken beginnt; man rückt weiter und weiter und zeigt, daß es sich im heftigen Tetanus streckt, und daß man dann den Schieber noch ein gutes Stück fortrücken kann, ehe auch das vergiftete Bein sich rührt.

Ich wünschte nun auch zu zeigen, daß es hier wie bei Neumann's Krankem die Stromesdauer sei, welche den so auffallenden Unterschied bedingt. Ich richtete deshalb einen Frosch ganz wie zum vorigen Versuche zu, verband mit dem Rheochord eine Kette aus vier Elementen und überzeugte mich, daß beim Fortrücken des Schiebers und Öffnen und Schließen des Schlüssels das vergiftete Bein früher zuckte als das unvergiftete (wo dies nicht deutlich ist, bringt man es wie im vorigen Versuche durch abweichende Lagerung des unvergifteten Beines hervor), schaltete bei geschlossenem Schlüssel das Rheochord aus und ein Rheotom ein. Dasselbe bestand in einem messingenen Zahnrade von einem Decimeter Radius, das durch einen Schnurlauf in schnelle Umdrehung versetzt werden konnte, während ein Kupferblech mit seinem scharfen Rande auf den 90 spitzbogenförmigen Zähnen schleifte. Nachdem es, durch einen Gehilfen gedreht, die hinreichende Geschwindigkeit erlangt hatte, öffnete ich den Schlüssel, und nun gerieth das unvergiftete Bein in heftige Zuckungen, während das vergiftete ganz ruhig liegen blieb.

Ich habe außerdem noch folgenden Versuch angestellt. Nachdem ein Frosch wie gewöhnlich zugerichtet und vergiftet auf die Elektroden gelegt war, verband ich mit dem offenen Schlüssel die Inductionsrolle des großen Electromotors, und setzte ihn bei möglichst weit abgeschobener Inductionsrolle in Gang. Dann näherte ich diese langsam bis das unvergiftete Bein heftig zuckte, während das vergiftete ruhig da lag. Nun stellte ich den Hammer so fest, daß der primäre Stromkreis bleibend geschlossen war, und schob die Inductionsrolle rasch und vollständig auf die primäre hinauf. Indem ich so einen Inductionsstrom von größerer Dauer hervorbrachte, zuckten beide Beine. Durch einen leichten Kunstgriff gelang es mir, den Versuch auch so anzustellen, daß nur das vergiftete Bein zuckte, das unvergiftete in Ruhe blieb. Ich schob die Inductionsrolle wieder bis zu der Stelle zurück, von der aus ich die schnelle Verschiebung

derselben begonnen hatte, und setzte den Elektromotor wieder in Gang. Ich ließ ihn einige Zeit arbeiten, während welcher sich die Muskeln des nicht vergifteten Beines durch heftige Contractionen ermüdeten, die des vergifteten aber, obgleich die Inductionsschläge durch sie in derselben Stärke hindurch gingen, ruhten. Wenn ich nun wiederum den primären Kreis bleibend schloß und die Inductionsrolle rasch hinaufschob, so zuckte nur das vergiftete Bein. Prüfte ich hinterher die Empfindlichkeit beider gegen die Inductionsschläge des arbeitenden Electromotors, so zeigte sich das nicht vergiftete Bein trotz seiner Ermüdung noch immer als das bei weitem leichter erregbare.

Man mag verschiedener Meinung darüber sein, in welcher Art und Weise die Curare-Vergiftung die Muskeln vom Einfluße ihrer Nerven befreite, darüber, ob dabei die innerhalb des Sarkolemma liegenden Endapparate functionsunfähig werden, oder ob sie elektrischen Reizen noch als Angriffspunkt dienen können; das aber ist außer Zweifel, daß die elektrischen Reize auf dergleichen Muskeln nach ganz anderen Gesetzen wirken, als diejenigen sind, welche da Platz greifen, wo die Nerven als solche functionsfähig sind.

Vergleicht man nun diese Muskeln und ihr Verhalten mit denen der obenerwähnten Kranken, so ist es klar, daß die Unempfindlichkeit gegen momentane Ströme, eben so wie die Unmöglichkeit, die Muskeln auf irgend eine Weise vom Nervenstamm aus in Zusammenziehung zu bringen, sich leicht erklärt unter der Annahme einer bereits zu einem gewissen Grade fortgeschrittenen Degeneration der Nerven. Die mit Curare vergifteten Frösche geben hier eine vollkommenere Parallele als die von E. Neumann untersuchten absterbenden Froschpräparate; denn an letzteren konnten durch länger dauernde Ströme von mäßiger Stärke noch Contractionen von Nerven aus erzielt werden, wenn viel stärkere aber momentane Ströme schon ihre Wirkung eingebüßt hatten. Bei den vergifteten Fröschen aber sind die Nervenstämme, eben so wie es der Facialis der erwähnten Kranken war, für länger dauernde Ströme, selbst solche von bedeutender Stärke, eben so unempfindlich, wie gegen Inductionsschläge. Es kann uns auch nicht paradox erscheinen, wenn in ein oder dem anderen Falle von Gesichtslähmung die willkürliche Beweglichkeit zurückkehrt, während die elektrische Erregbarkeit der Nerven noch ausbleibt, und die Inductionsschläge auch durch die Muskeln selbst gesendet noch keine Bewegung hervorrufen; denn es fehlt uns jeder

Maaßstab für die Wirkungsgröße der Willensreize gegenüber der der elektrischen Reize, welche wir anwenden. Selbst wenn die Beweglichkeit anscheinend normal ist, wenn die Muskeln der kranken Seite ihren Antagonisten auf der gesunden Seite das Gleichgewicht halten, kann die Erregbarkeit ihrer Nerven tief unter der Norm stehen. Es können sich eben die centralen Reize in der Intention auf die gelähmten Muskeln zu wirken so weit gesteigert haben, daß trotz der noch herabgedrückten Functionsfähigkeit der Nerven die Muskeln im Stande sind, ihren gesunden Antagonisten das Gleichgewicht zu halten, da diese ja nur mit einem geringen Bruchtheile ihrer Leistungsfähigkeit in Action treten.

Wenn umgekehrt die Muskeln nicht willkürlich bewegt, aber durch Inductionsschläge zur Zusammenziehung gebracht werden können, so ist dies meiner Ansicht nach auch für schon länger bestehende Störungen so zu interpretiren, daß sich hier Muskeln und Nerven, da wo sie erregt wurden, noch in ziemlich gutem Zustande befanden, während die centralen Erregungen entweder ungewöhnlich schwach waren, oder wegen irgend eines höher gelegenen Hindernisses nicht oder sehr geschwächt zu den Muskeln gelangten. Eben so leicht erklärt es sich nach den oben mitgetheilten Versuchen, daß die gelähmten Muskeln relativ leicht erregbar für länger dauernde Ströme waren, wenn dieselben durch ihre Substanz geleitet wurden; schwieriger ist es, die Frage zu beantworten, weshalb sich die gelähmten Muskeln bei solcher Anordnung geradezu reizbarer zeigten als die der gesunden Seite.

Ich habe freilich oben gesagt, daß in meinen Versuchen beim Durchleiten der Kettenströme das vergiftete Bein in der Regel früher zuckte, als das gesunde, wenn sich überhaupt eine Ungleichheit zwischen beiden nachweisen ließ; aber daraus folgt nicht, daß die Erregbarkeit seiner Muskeln erhöht war, denn die des unvergifteten Beines war in Folge der Aufhebung der Circulation gesunken. Daß in Folge der Vergiftung die Reizbarkeit auch für Kettenströme abnimmt, davon überzeugt man sich, indem man einen Frosch, dem man die *Plexus ischiadici* durchschnitten hat, mittelst Öffnen des Schlüssels im absteigenden und aufsteigenden Strome auf das Eintreten der Schließungszuckung prüft, ihn dann mit Curare vergiftet und die Prüfung in derselben Weise wiederholt. Das Sinken, welches man hier beobachtet, ist im Verhältniß zu dem jähen Abfall, der in der Erregbarkeit für Inductionsschläge eingetreten ist, unbedeutend und

in der That bisweilen so geringe, daß es sich bei den Unregelmäßigkeiten, welche diese Versuche darbieten, nicht für beide Stromesrichtungen mit voller Evidenz nachweisen läßt; aber ein Steigen der Erregbarkeit für Kettenströme habe ich in Folge der Vergiftung niemals wahrgenommen. Woher rührt also die Steigerung in der gelähmten Gesichtshälfte? Es lassen sich dafür zweierlei mögliche Ursachen denken: erstens es gelangen in den Facialisbahnen außer den bewegenden Impulsen auch hemmende in die Muskeln und diese sind nun gleichfalls ausgeschlossen, zweitens die Erregbarkeit der Muskeln steigert sich eine Zeit lang, während sie vom Centrum aus nicht mehr erregt werden, sich aber übrigens noch in voller Integrität und in gutem Ernährungszustande befinden. Es würde also in erster Reihe nothwendig sein, den Stand der Muskelerregbarkeit unmittelbar nach der Compression oder Durchschneidung der Nerven zu kennen, aber wir besitzen kein Mittel uns über denselben zu unterrichten, so lange die intramusculären Nerven ihre volle Functionsfähigkeit bewahrt haben, weil wir dann nicht wissen, in wie weit sie, und in wie weit die Muskeln dem Reize als Angriffspunkt dienen.

Berichtigung.

Seite 349, Zeile 3 von oben soll es heißen:
„genauer: beziehungsweise mit dem Cosinus des Azimuthes der Sonne oder des parallactischen Winkels“ statt
„oder genauer mit dem Cosinus des parallactischen Winkels“.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

LVI. BAND.

ZWEITE ABTHEILUNG.

9.

Enthält die Abhandlungen aus dem Gebiete der Mathematik, Physik, Chemie, Physiologie, Meteorologie, physischen Geographie und Astronomie.

XXVI. SITZUNG VOM 7. NOVEMBER 1867.

Se. Excellenz der Herr Vice-Admiral Bernhard Freiherr von Wüllerstorf-Urbair dankt für seine Wahl zum Ehrenmitgliede der Akademie.

Das k. k. Handels-Ministerium übermittelt, mit Zuschrift vom 5. November l. J., einige Exemplare einer Kundmachung der Central-Seebehörde wegen Heranziehung unserer Handels-Marine zu den meteorologischen Beobachtungen.

Herr Dr. L. Fitzinger übersendet den Schluß seiner Abhandlung über „die Raçen des zahmen Hundes“.

Herr Director Dr. K. Jelinek überreicht eine Abhandlung: „Über die Reduction der Barometerstände bei Gefäßbarometern“.

Herr Dr. G. Tschermak legt eine Abhandlung: „Über Mineralvorkommnisse von Joachimsthal und Kremnitz“ vor.

Herr Dr. S. Stricker übergibt eine Abhandlung des Herrn Dr. L. Rovida aus Mailand, betitelt: „Ein Beitrag zur Kenntniß der Zellen“.

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Académie Royale de Belgique: Mémoires. Tome XXXVI. Bruxelles, 1867; 4°. — Bulletins. 35ᵉ Année, 2ᵐᵉ Série, Tome XXII. 1866; 36ᵐᵉ Année, Tome XXIII. 1867. Bruxelles; 8°. — Compte rendu des séances de la Commission Royale d'histoire. Tome VIIIᵉ, 4ᵉ Bulletin; Tome IXᵉ, 1ʳ—3ᵉ Bulletins. Bruxelles, 1866; 8°. — Biographie nationale. Tome Iʳ, 2ᵐᵉ Partie. Bruxelles, 1866; 8°. — Gachard, Actes des Etats généraux des Pays-Bas. 1576—1585. Tome IIᵉ. Bruxelles, 1866; 8°.

— Impériale des Sciences de St. Pétersbourg. Mémoires. Tome X, Nr. 16; Tome XI, Nr. 1—8. St. Pétersbourg: 1867; 4°. — Bulletin. Tome XI, Nr. 3—4; Tome XII, Nr. 1. St. Petersbourg, 1867; 4°. — Bericht über die neunte Zuerkennung des

Preises Uwaroff. St. Petersburg, 1867; 8°. — 34. und letzte Zuerkennung der Demidow'schen Preise. St. Petersburg, 1866; 8°.

Accademia delle Scienze dell'Istituto di Bologna: Memorie. Serie II, Tomo VI. Fasc. 1. Bologna, 1866; 4°.

— R., di Scienze, Lettere ed Arti in Modena: Memoire, Tome VII. Modena, 1866; 4°. — Galassini, Girolamo, Del miglioramento delle condizioni fisiche e morali del proletariato etc. (Discorso premiato 1865.) 8°. — Mochi, Domenico, Con quali mezzi, oltre i religiosi, possa nell'odierna società restaurarsi il principio di autorità, vie più necessario quanto maggiore si desidera la libertà di un popolo. (Dissertatione che ottene l'Accessit 1865.) 8°. — Roncaglia Emilio, Illusioni. Commedia in 5 atti, che ottene l'Accessit 1865. 8°.

Akademie der Wissenschaften, Königl. Preuss., zu Berlin: Monatsbericht. Juli 1867. Berlin; 8°.

Apotheker-Verein, allgem. österr.: Zeitschrift. 5. Jahrg. Nr. 21. Wien, 1867; 8°.

Astronomische Nachrichten. Nr. 1664—1665. Altona, 1867; 4°

Beobachtungen, Schweizer. Meteorologische. December 1866, Jänner und Februar 1867. Zürich; 4°.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LXV, Nr. 17. Paris, 1867; 4°.

Cosmos. 3e Série. XVIe Année, Tome I, 5e Livraison. Paris, 1867; 8°.

Gesellschaft der Wissenschaften, Oberlausitzische: Neues Lausitzisches Magazin. XLIII. Band, I. Heft. Görlitz, 1866; 8°.

Gewerbe-Verein, n.-ö.: Verhandlungen und Mittheilungen. XXVIII. Jahrg. Nr. 24. Wien, 1867; 8°.

Grant, Sir. A., Bart., Catalogue of native Publications in the Bombay Presidency up to 31st December 1864. (2d Edition.) Bombay, 1867; 8°.

Istituto, R., tecnico de Palermo: Giornale di Scienze naturali ed economiche. Vol. II., Anno 1866, Fasc. 2, 3 & 4. Palermo; 4°.

Land- und forstwirthschaftl. Zeitung. 17. Jahrg. Nr. 44. Wien, 1867; 4°.

Lund, Universität: Akademische Gelegenheitsschriften aus dem Jahre 1866/7. 4°. & 8°. — *Acta.* 1865. Lund, 1865—6; 4°. —

Nordisk Universitets-Tidskrift. IX. Årgången, 2.—3. Hft.; X. Årgangen, 1.—4. Hft. & Supplement. Christiania, Kjöbenhavn, Lund, Upsala, 1863—1866; 8°.

Magazijn voor Landbouw en Kruidkunde. N. R. VII. Deel, 6. Aflev. Utrecht, 1867; 8°.

Observatoire physique central de Russie: Annales. Par A. T. Kupffer. Années 1863 & 1864. St. Petersbourg, 1865 & 1866; 4°. — Correspondance météorologique. Par. A. T. Kupffer. Année 1864. St. Petersbourg, 1865; 4°. — Compte-rendu annuel. Année 1864. St. Pétersbourg, 1865; 4°.

— Royal de Bruxelles: Annales. Par A. Quetelet. Tome XVII. Bruxelles, 1866; 4°. — Observations des phénomènes périodiques pendant l'année 1864. 4°. — Mémoire sur la température de l'air à Bruxelles. Par A. Quetelet. Bruxelles, 1867; 4°. — Météorologie de la Belgique comparée à celle du globe. Par A. Quetelet. Bruxelles & Paris, 1867; 8°.

Osservatorio, R., di Modena: Bullettino meteorologico. Vol. I, Nr. 1—7. 4°.

Revue des cours scientifiques et littéraires. IVe Année, Nr. 49. Paris & Bruxelles, 1866—67; 4°.

Society, The Asiatic, of Bengal: Journal. N. S. Part I, Nr. 4. 1866. Part I, Nr. 1. 1867. Calcutta; 8°.

— The Royal Geological, of Ireland: Journal. Vol. I, Part 3. London, Dublin, Edinburgh, 1867, 8°.

Thomson, C. G., Skandinaviens Coleoptera. Tom. VIII. Lund, 1866; 8°.

Wiener medizin. Wochenschrift. XVII. Jahrg. Nr. 88—89. Wien, 1867; 4°.

Zeitschrift für Chemie von Beilstein, Fittig und Hübner. X. Jahrg. N. R. III. Bd., 20. Heft. Leipzig, 1867; 8°.

Ein Beitrag zur Kenntniß der Zellen.

Von **Dr. Leopold Rovida**
aus Mailand [1]).

Mitgetheilt von Dr. S. Stricker.

Unter den Erscheinungen, welche nach der Einwirkung fünf- bis zehnpercentiger Kochsalzlösung auf farblose Blutkörperchen, auf die Zellen des Knochenmarks, auf die Furchungskugeln der Froscheier, so wie endlich auf junge Zellen überhaupt zur Wahrnehmung kommen, fesselte mich besonders das Austreten hyaliner Tröpfchen aus dem körnchenreichen Protoplasmakörper.

Das letztere schrumpft bekanntlich nach der Einwirkung solcher Lösungen; die Schrumpfung hält aber nicht lange an. Farblose Blutkörperchen von mittlerem Durchmesser ändern diesen Zustand schon nach circa zehn Minuten; sie vergrößern sich wieder. und der körnchenfreie Bestandtheil des Zellkörpers wird heller, als er früher war. Die größeren farblosen Blutkörperchen pflegen in dem geschrumpften Zustande länger zu verbleiben, oft bis vier und zwanzig Stunden und darüber, und gehen dann die früher genannten Veränderungen ein. Zuweilen platzen sie nach der Wiedervergrößerung. Eine solche Erscheinung ist namentlich schön zu beobachten an den Zellen des Knochenmarkes.

Bevor nun die Zellen ihren Schrumpfungszustand aufgeben, lassen sie zuweilen ein hyalines Tröpfchen austreten. Das Austreten ist von dem Drucke des Deckglases unabhängig; es findet auch statt, wenn man das Präparat ohne Deckglas untersucht.

Die Tröpfchen können längere Zeit, ja ein bis zwei Tage an den Zellen haften; dann aber werden sie allmälig weniger deutlich und endlich ganz unsichtbar.

---

[1]) Von dem vorliegenden Aufsatze wurde mir im Mai dieses Jahres ein italienisch geschriebenes Original übergeben. Die Mittheilung in deutscher Übersetzung hat sich bis heute verzögert. Stricker.

Aus den Furchungskugeln der Froscheier treten die Tröpfchen gleichfalls unter den bereits beschriebenen Umständen aus; doch kommt es hier auch vor, daß sich eine hyaline Randzone bildet, welche analoge Erscheinungen bietet, d. h. sie verschwindet allmälig.

Solche hyaline Randzonen sieht man bekanntlich auch an frischen noch lebenden Furchungskugeln ohne Zusatz von Reagentien. Doch zeigen diese Randzonen scheinbar freiwillige Bewegungen, sie treiben Fortsätze, Höcker heraus und ziehen sie wieder ein. An den nach der Einwirkung der zehnpercentigen Kochsalzlösung entstandenen Randzonen sah ich aber keine Formveränderungen, die ich als vitale hätte deuten können, und eben so wenig an den ausgetretenen Tröpfchen. Der Umstand, daß die Tröpfchen in der zehnpercentigen Kochsalzlösung allmälig verschwanden, oder was richtiger ist, gelöst wurden, legte die Vermuthung nahe, daß sie aus Myosin bestünden. Ein gleiches gilt für die Randzone der Furchungskugeln, welche an der genannten Lösung erscheinen und wieder schwinden.

Auf Grundlage der nun folgenden Beobachtung muß ich jedoch hinzufügen, daß uns das Aussehen der hyalinen Randzone noch keinen Anhaltspunkt bietet, um auf ihre chemische Beschaffenheit Schlüsse zu ziehen, noch auch um die Frage zu entscheiden, ob sie Vitalität besitze oder nicht.

Ich habe solche Randzonen auch an farblosen Blutkörperchen von Froschcadavern gesehen, welche acht und zwanzig Stunden bei einer Temperatur von circa 17° C. aufbewahrt wurden. Das Blut wurde ohne Zusatz von Reagentien zur Untersuchung gebracht, und man konnte an vielen farblosen Blutkörperchen einen central gelegenen körnchenhaltigen Theil und eine hyaline Randzone unterscheiden; der Kern war nicht sichtbar. Zuweilen schien der körnchenhältige centrale Theil seine Gestalt zu verändern bei unveränderter äußerer Bewegung der Zelle. An anderen Zellen veränderten aber die hyalinen Randzonen ihre Form, während der centrale Theil keine Veränderung wahrnehmen ließ. Die Formveränderungen der Randzone waren von der Art, wie man sie an den Furchungskugeln zu beobachten pflegt, es war ein Hervorwölben und Wiedereinziehen von hyalinen Buckeln.

Ich ließ denselben todten Frosch noch etwa zwölf Stunden liegen und untersuchte das Blut unter denselben Bedingungen. Wieder waren an den farblosen Blutkörperchen die beiden Schichten zu

unterscheiden, nur waren die Formveränderungen lebhafter ausgesprochen. In einzelnen Zellen bewegte sich der hyaline Saum, und zwar sah ich hier Formveränderungen, wie man sie an farblosen Blutkörperchen häufig beobachtet, während der centrale körnchenhältige Theil unverändert blieb. An anderen Zellen blieb aber der äußere Rand der hyalinen Zone unverändert, während der körnchenhältige Theil deutliche Formveränderungen nachweisen ließ.

Diese Beobachtungen legten den Schluß nahe, daß an den farblosen Blutkörperchen des Frosches zwei Bestandtheile vorhanden sind, die sich unabhängig von einander bewegen können. In den beobachteten Objecten können die beiden Bestandtheile ungleich früh abgestorben sein, oder gegen äußere Einflüsse ungleiche Empfindlichkeit beibehalten oder endlich überhaupt zur Zeit der Beobachtung unter ungleichen chemischen und physikalischen Bedingungen gestanden haben.

Es bleibt nun die Frage offen, in welcher Beziehung die austretenden Tröpfchen und die unter gleichen Bedingungen entstandenen hyalinen Randzonen zu den beweglichen Randzonen und zum Zellkörper überhaupt stehen.

Synthese von Alkoholen mittelst gechlorten Äthers.

Von **Adolf Lieben.**

(Vorgelegt in der Sitzung am 31. October 1867.)

I. Abhandlung.

Untersuchungen über den gechlorten Äther und seine Derivate.

In einer im vorigen Jahre veröffentlichten Notiz [1]) habe ich den allgemeinen Gang und das Ziel meiner Untersuchungen dargelegt. Die vorliegende Abhandlung umfaßt alle diejenigen Studien, die sich auf den Bichloräther und seine nächsten Derivate beziehen und großentheils die Erforschung seiner Constitution zum Zwecke haben. Wie ich schon in der erwähnten Notiz angedeutet, haben diese Untersuchungen zu dem überraschenden Resultate geführt, daß die 2Cl, die in dem ersten Product der Einwirkung von Chlor auf Äthyläther enthalten sind, nicht symmetrisch zwischen die zwei Äthylradicale des Äthermolecüls vertheilt sind, wie nach der gewöhnlichen Vorstellung zu erwarten war, sondern daß sie beide in einem einzigen Äthylradical enthalten sind. Daraus ergab sich auch die Nothwendigkeit, die früher übliche Nomenclatur abzuändern und das erwähnte erste doch 2Cl enthalende Substitutionsproduct des Äthers mit Bichloräther zu bezeichnen.

Darstellung und Eigenschaften des Bichloräthers.

Die Darstellung des Bichloräthers ist zwar eine etwas zeitraubende Operation, bietet aber keine Schwierigkeiten. Da die Einwirkung des Chlors auf Äther ziemlich heftig ist und ohne Anwendung von Vorsicht leicht an dem Punkte, wo das Chlor in den Äther eintritt, selbst Feuererscheinung eintreten kann, so ist es zweckmäßig

---

[1]) Sitzgsb. d. k. Akad. d. Wissensch. LIV. Juli 1866.



am Beginne der Operation den Äther auf 0° zu kühlen. Unter diesen Umständen wird das Chlor zunächst nur absorbirt und die Einwirkung beginnt erst nach einigen Stunden. Der Äther (natürlich rein und vollkommen wasserfrei) befindet sich dabei in einem Kolben oder einer Flasche, die durch einen doppelt durchbohrten Kork geschlossen ist. Auf der einen Seite tritt das vorher gewaschene und getrocknete Chlorgas ein, auf der andern erhebt sich eine mit angeblasenen Kugeln versehene Aufsteigröhre oder ein umgekehrter Liebig'scher Kühler, um den fortgerissenen Ätherdampf zu verdichten und rückfließen zu lassen. Man läßt allmälig die Temperatur des Äthers auf die gewöhnliche Temperatur steigen und kühlt blos zeitweise durch Zusatz von kaltem Wasser oder von etwas Schnee, wenn der Äther sich durch die chemische Einwirkung stark erwärmt, wie dies namentlich bei raschem Chlorstrom zeitweise eintritt. Nach einiger Zeit (die Länge der Zeit hängt von der Menge des angewandten Äthers ab, also bei 1 Kilogramm Äther etwa nach 10 Stunden) unterbreche ich die Einwirkung des Chlors und unterwerfe das Product der Destillation aus dem Wasserbade. Ich wende das Wasserbad an, obgleich der Bichloräther nicht unter 140° siedet, weil derselbe sich beim Sieden etwas zersetzt und daher zweckmäßigerweise nicht allzuoft zum Sieden erhitzt werden darf. Man erhält ein wasserhelles farbloses Destillat und eine gebräunte Flüssigkeit als Rückstand im Wasserbade.

Das Destillat wird wieder in derselben Weise wie früher der Einwirkung des Chlorgases unterworfen. Nach einiger Zeit wird die Operation wieder unterbrochen und das Product aus dem Wasserbade destillirt. Der gebräunte Rückstand wird mit dem früheren, der unterdessen in einer wohlschließenden Flasche aufbewahrt worden sein muß, vereinigt, das wasserhelle Destillat neuerdings der Chloreinwirkung unterworfen u. s. w. In dieser Weise, abwechselnd mit Chlor behandelnd und destillirend, fährt man so lange fort, bis bei der Destillation im Wasserbade nichts mehr übergeht. Die vereinten Rückstände der successiven Destillationen im Wasserbade stellen eine rauchende dunkle Flüssigkeit dar. Dieselbe wird nun aus dem Ölbade destillirt, wobei es zweckmäßig ist, etwas Platinblech in die Retorte zu bringen, und die Destillation wird unterbrochen, sobald ein in die Dämpfe tauchendes Thermometer 136° zeigt. Der dunkle Rückstand, der zum großen Theil aus Bichloräther besteht, wird auf-



bewahrt und das farblose wasserhelle Destillat, das nichts anderes als ein Gemenge von Äther mit Bichloräther darstellt, neuerdings mit Chlorgas behandelt. Nach mehrstündiger Einwirkung wird das Product wieder wie oben aus dem Ölbade bis 136° destillirt, der dunkle Rückstand mit dem Hauptrückstande vereinigt, und das Destillat einer neuen Behandlung mit Chlor unterworfen. Gewöhnlich ist in diesem Stadium die Menge des Destillates schon so sehr verringert, daß es nicht nöthig ist, die Reihe der Operationen, d. h. der abwechselnden Chloreinwirkung und Destillation weiter fortzusetzen.

Bei der letzten Behandlung mit Chlor streicht bald das Chlorgas unverändert durch den Äther und erfüllt sowohl die Ätherflasche wie die folgenden Theile des Apparates mit grünlicher Atmosphäre. Man unterbricht dann die Einwirkung. Die braunschwarze Flüssigkeit, die durch Vereinigung der bei 136° gebliebenen Destillationsrückstände erhalten worden ist, wird dann der fractionirten Destillation unterworfen. Der größte Theil destillirt zwischen 140° und 147° und stellt mehr oder minder reinen Bichloräther dar. Während der Destillation entweicht etwas Chlorwasserstoff, die siedende Flüssigkeit bräunt sich und man erhält stets farblose wasserhelle Destillate zugleich mit schwarzen Destillationsrückständen, die wenn sie einer etwas höheren Temperatur ausgesetzt waren, auch eine etwas dickliche Consistenz annehmen. Es ist mir niemals gelungen ein Product von völlig constantem Siedpunkt zu erhalten. Auch findet man bei den Analysen der bei 140—145° übergehenden Hauptfraction meist etwas mehr Kohlenstoff als der Formel des Bichloräthers entspricht. Aller dieser Umstände wegen habe ich besondere Sorgfalt darauf gewendet, mich zu überzeugen, daß die bei der Analyse erhaltenen Zahlen nicht blos zufällig der Formel des Bichloräthers entsprechen, daß hier kein Gemenge, sondern eine wohlcharakterisirte bestimmte Substanz vorliegt. Ich habe deshalb dieselbe als rein oder annähernd rein betrachtete Substanz wiederholten Destillationen unterworfen und nach jeder Destillation das Destillat analysirt. Es zeigte sich, daß weder Siedpunkt noch Zusammensetzung durch die Destillation erheblich verändert werden, trotz der dabei eintretenden Bräunung der siedenden Flüssigkeit; nur nimmt allerdings durch den Einfluß wiederholter Destillationen der Kohlenstoffgehalt langsam zu. Die Zersetzung durch Destillation ist also keine beträchtliche und damit der Zweifel beseitigt als ob die untersuchte Substanz nur ein

Zersetzungsproduct sei. Ich habe mich anderseits durch fractionirte Destillation und Analyse der unter 140° übergehenden Partien überzeugt, daß dieselben nur ein Gemenge von Äther und Bichloräther sind.

Wenn man bei der Darstellung des Bichloräthers in der angegebenen Weise verfährt, so entsteht fast kein Quadrichloräther von Malaguti und man erhält eine gute Ausbeute.

Noch sei erwähnt, daß während der ganzen Dauer der Darstellung so wie bei der Aufbewahrung das Product sorgsam vor Feuchtigkeit geschützt werden muß, da es durch Wasser Zersetzung erleidet.

Die Analyse eines Productes, das nicht öfter destillirt worden war als zur Reindarstellung unbedingt nöthig erschien, gab folgende der Formel $C_4H_8Cl_2O$ entsprechende Zahlen:

0·3311 Grm. Substanz lieferten 0·4077 Grm. Kohlensäure und 0·1745 Grm. Wasser.

0·464 Grm. lieferten bei der Verbrennung mit Kalk 0·9175 Grm. Chlorsilber und 0·0063 Grm. Silber.

100 Theile enthalten demnach:

	Gefunden	Berechnet
Kohlenstoff	33·58	33·57
Wasserstoff	5·86	5.59
Chlor	49·36	49·65
Sauerstoff	—	11·19
		100·00

Die analysirte Substanz ist demnach Bichloräther. Man erhält meist bei den Analysen minder gut stimmende Zahlen als die eben angeführten; namentlich pflegt man für den Kohlenstoff etwas zu viel zu finden. Derart Abweichungen, welche auf schwer zu trennende Verunreinigungen hindeuten, können jedoch den schon angeführten Thatsachen gegenüber keinen Zweifel an der Existenz oder Zusammensetzung des Bichloräthers erregen. Jedenfalls sind die im Folgenden zu beschreibenden zahlreichen Derivate geeignet, in dieser Hinsicht auch den letzten Zweifel schwinden zu lassen. Auf Bestimmung der Dampfdichte mußte wegen der Zersetzbarkeit der Substanz bei höherer Temperatur verzichtet werden. Das specifische Gewicht bei 23° wurde gleich 1·174 gefunden. Der Siedpunkt liegt bei 140—145°.

Der Bichloräther stellt eine farblose wasserhelle Flüssigkeit dar, die mit leuchtender grüngesäumter Flamme brennt und einen scharfen an Salzsäure erinnernden Geruch besitzt. Er reagirt neutral, aber der auf blauem Lakmuspapier gemachte Fleck wird an der Luft (wohl durch Einwirkung der Feuchtigkeit) schnell roth.

Wasser zersetzt den Bichloräther sehr leicht und schon bei gewöhnlicher Temperatur. Es bildet sich Salzsäure und die wässerige Lösung nimmt zugleich einen einigermaßen an Aldehyd erinnernden, aber doch viel schärferen und reizenderen Geruch an. Wenn man die wässerige Lösung destillirt, so tritt der erwähnte charakteristische Geruch bei den flüchtigsten Fractionen am stärksten hervor; dieselben werden auch wie Aldehydlösungen durch Kali verharzt und geben mit ammoniakalischem Silbernitrat einen Silberspiegel. Trotzdem ist bestimmt kein Aldehyd darin enthalten. Der Siedpunkt der flüchtigsten Fraction sinkt auch bei wiederholter fractionirter Destillation kaum unter 80°, und wenn man dieselbe mit Äther mengt und Ammoniak einleitet, so erhält man keine Spur Aldehydammoniak. Ich werde später ausführlicher auf die Zersetzung des Bichloräthers durch Wasser zurückkommen. Hier sei nur noch erwähnt, daß wenn man den Bichloräther mit Kalilauge statt mit Wasser behandelt, oder Kali zusetzt, nachdem man zuerst mittelst Wasser den Bichloräther zersetzt hat, in beiden Fällen eine sehr energische Reaction eintritt. Die Flüssigkeit schwärzt sich, es scheidet sich Chlorkalium zugleich mit etwas harzartiger Masse aus, und, wenn man destillirt, erhält man Alkohol im Destillat. Im alkalischen Destillationsrückstand konnte Essigsäure nachgewiesen werden.

Mit dem Bichloräther isomere Körper.

Man kennt zwei mit dem Bichloräther isomere Körper. Der eine ist das Äthylidenoxychlorür, das ich durch Einwirkung von Chlorwasserstoffsäure auf Aldehyd erhalten habe [1]), der andere ist das von D'Arcet durch Einwirkung von Chlor auf rohes ölbildendes Gas dargestellte Chloräthera l [2]).

Ersterer Körper siedet bei 116—117° und destillirt ohne Bräunung und ohne Zersetzung; auch sein spec. Gewicht ist geringer als das des Bichloräthers. Die Constitution des Äthylidenoxychlorürs

[1]) Compt. rend. LVI. p. 662. 1858.

[2]) Ann. de chim. et de phys. T. 66. 1837.



kann bei dem Umstande, daß es durch eine einfache Reaction aus Aldehyd entsteht und bei Zerlegung mit Wasser wieder glatt Aldehyd liefert, nicht zweifelhaft sein. Es hat durch Einwirkung der Chlorwasserstoffsäure eine theilweise Ersetzung des Sauerstoffes im Aldehyd durch Chlor stattgefunden, und da ein Atom Sauerstoff (O = 16) untheilbar ist, so mußten um die Bildung eines zwischen Aldehyd und Äthylidenchlorür intermediären Productes möglich zu machen zwei Molecüle Aldehyd an der Reaction Theil nehmen. Das Äthylidenoxychlorür muß demnach durch die rationelle Formel

$$\left.\begin{matrix} C_2H_4Cl \\ C_2H_4Cl \end{matrix}\right\} O = \begin{matrix} C \left\{\begin{matrix} CH_3 \\ H \\ Cl \end{matrix}\right. \\ O \\ C \left\{\begin{matrix} Cl \\ H \\ CH_3 \end{matrix}\right. \end{matrix}$$

ausgedrückt werden.

Was das D'Arcet'sche Chlorätheral betrifft, so hat zuerst Regnault die Vermuthung ausgesprochen, daß dasselbe nicht sowohl aus dem Äthylengas als vielmehr aus beigemengtem Ätherdampf durch Einwirkung von Chlor entstanden sei. Seither findet man das Chlorätheral in den meisten Handbüchern als einfach gechlorten Äther aufgeführt und diese Meinung hat sich so sehr Geltung verschafft, daß selbst, nachdem ich durch Einwirkung von Chlor auf Äther das wirkliche erste Substitutionsproduct dargestellt und beschrieben hatte, in neuen Lehrbüchern das D'Arcet'sche Chlorätheral ohne Weiteres mit dem von mir dargestellten Bichloräther für identisch erklärt wird. Ich halte diese Identificirung für unzulässig. Das Chlorätheral zeigt nach D'Arcet einen constanten Siedpunkt bei 180°, also um circa 38° höher als der Bichloräther. Während ferner der letztere Körper sich beim Sieden bräunt und theilweise zersetzt, so erwähnt nicht nur D'Arcet nichts Ähnliches bei seinem Chlorätheral, sondern führt sogar eine genau stimmende Dampfdichtenbestimmung an, die er damit ausgeführt. Der Geruch des Bichloräthers ist scharf und greift selbst die Augen an, während das Chlorätheral einen süßlich ätherartigen Geruch besitzen soll.

So unvollständig nun auch die Beschreibung des Chlorätherals ist, so sind doch alle Eigenschaften, die D'Arcet angibt, von denen des Bichloräthers verschieden. Man kann demnach nur annehmen entweder, wenn man die Richtigkeit der Resultate D'Arcet's

bezweifeln will, daß er überhaupt keinen bestimmten Körper sondern ein bei 180° siedendes Gemenge in Händen gehabt habe, das zufällig jener Zusammensetzung entsprach, oder, daß das Chloratheral ein mit dem Bichloräther und mit dem Äthylidenoxychlorür isomerer Körper ist. Die Existenz eines solchen isomeren Körpers scheint mir von vorn herein wahrscheinlich und wenn man das Chloratheral als Äthylenoxychlorür betrachtet, so wäre auch seine Bildungsweise aus Äthylen und Chlor bei Gegenwart von Feuchtigkeit nicht schwer zu begreifen. Die Constitution des Chlorätherals würde im Sinne dieser Voraussetzung durch die Formel

$$\left.\begin{matrix} C_2H_4Cl \\ C_2H_4Cl \end{matrix}\right\} O = \left.\begin{matrix} \left\{\begin{matrix} CH_2Cl \\ CH_2 \end{matrix}\right. \\ \left\{\begin{matrix} CH_2 \\ CH_2Cl \end{matrix}\right. \end{matrix}\right\} O$$

auszudrücken sein.

Über die Constitution des Bichloräthers geben die folgenden Untersuchungen wenigstens theilweisen Aufschluß. Sie haben zu der rationellen Formel

$$\left.\begin{matrix} C_2H_3Cl_2 \\ C_2H_5 \end{matrix}\right\} O$$

geführt, welche die Verschiedenheit des Bichloräthers von den eben besprochenen zwei isomeren Substanzen erklärt.

Einwirkung von Zinkäthyl auf Bichloräther.

Ich habe diese Reaction so wie das dabei entstehende erste Product den Äthylchloräther

$$\left.\begin{matrix} C_2H_3.Cl.C_2H_5 \\ C_2H_5 \end{matrix}\right\} O$$

in einer mit Bauer gemeinsam ausgeführten Arbeit [1]) bereits beschrieben. Da ich seither häufig Gelegenheit hatte diesen Körper, und zwar mitunter in ansehnlichen Mengen darzustellen, so dürften einige Erfahrungen über seine zweckmäßigste Bereitung hier am Platze sein.

Das nöthige Zinkäthyl habe ich nach Alexeyeff und Beilstein's trefflicher Methode dargestellt und dabei ziemlich constant 63—65 Pct. der theoretisch sich berechnenden Menge Zinkäthyl erhalten. Für die Äthylchlorätherbereitung wird das Zinkäthyl mit

[1]) Sitzb. d. k. Akad. d. Wissensch. XLV. S. 349. 1862.

etwa $^3/_4$ seines Gewichtes reinen wasserfreien Äthers gemischt und dann mit Hilfe einer mit einem Glashahn versehenen Kugelröhre der Bichloräther tropfenweise eingetragen. Das Gemenge von Zinkäthyl und Äther befindet sich dabei in einem langhalsigen Recipienten, der durch einen doppelt durchbohrten Kork verschlossen ist. Eine Bohrung dient dazu die oben erwähnte Kugelröhre aufzunehmen, in die andere ist eine kurze enge Röhre eingepaßt, die mit einer Vertheilungsflasche in Verbindung steht und dazu dient entweder trockene Kohlensäure einströmen zu lassen oder auch den bei der Reaction sich entwickelnden Gasen, deren Menge nicht bedeutend ist, den Ausgang zu gestatten. Man läßt langsam die ersten Tropfen Bichloräther bei gewöhnlicher Temperatur in die Flüssigkeit fallen um die Reaction einzuleiten und umgibt dann rasch den Recipienten mit Schnee oder Schneewasser. Bei zweckmäßiger Öffnung des Glashahnes, so daß regelmäßig etwa alle Sekunden ein Tropfen Bichloräther in die ätherische Lösung des Zinkäthyls fällt, verläuft die Reaction sehr glatt und ruhig, indem die dabei entwickelte Wärme vom Schnee absorbirt wird. Es ist wesentlich darauf zu achten, daß jeder Tropfen einfallenden Bichloräthers sogleich reagire, was sich durch ein zischendes Geräusch, Wärmeentwicklung und eine wallende Bewegung der Flüssigkeit, da wo ihre Oberfläche von dem Tropfen getroffen wird, zu erkennen gibt. Bei zu starker Kühlung oder bei zu langsamem Tropfen des Bichloräthers, was ungefähr auf dasselbe herauskommt, hört manchmal die Reaction auf. Man unterbricht dann die Einwirkung des Bichloräthers, zieht den Recipienten aus dem Schnee und leitet die Reaction bei gewöhnlicher Temperatur wieder ein. Unterläßt man diese Vorsicht, so kann es vorkommen, daß sich eine größere Menge noch nicht zur Reaction gekommenen Bichloräthers neben dem Zinkäthyl ansammelt und dann plötzlich mit explosionsartiger Heftigkeit einwirkt.

Unter allen Umständen nimmt die Reaction gegen Ende, wenn einmal der größte Theil des Bichloräthers eingetragen ist und reagirt hat, an Energie ab, wohl aus dem Grunde, weil das noch vorhandene Zinkäthyl sich dann in viel größerer Verdünnung befindet als am Anfange der Reaction. Man zieht daher den Recipienten aus dem Schnee und führt die Einwirkung bei gewöhnlicher Temperatur zu Ende. Man erkennt das Ende daran, daß die letzten Tropfen Bichloräther selbst auf die etwas erwärmte Flüssigkeit

keine Einwirkung mehr äußern. Die Menge des so verbrauchten Bichloräthers stimmt fast genau mit der theoretisch berechneten überein. Auf $\frac{1}{2}$ Molecül Zinkäthyl $Zn(C_2H_5)_2$ kommt 1 Molecül Bichloräther $C_4H_8Cl_2O$. Man läßt zur totalen Vervollständigung der Reaction die roth gewordene Flüssigkeit unter zeitweisen Umschütteln noch 1—2 Stunden stehen, oder erwärmt sie auch wohl gelinde im Wasserbade; schließlich behandelt man sie mit Wasser. Im Falle noch Gasentwicklung und Zinkoxydhydratabscheidung stattfindet, wird zur Lösung des letzteren etwas verdünnte Salzsäure zugesetzt, dann werden die beiden Schichten getrennt und die leichtere Ölschicht noch mit Wasser gewaschen. Die wässerige Schicht stellt eine Chlorzinklösung dar. Aus dem gewaschenen Rohproduct wird nun zunächst durch fractionirte Destillation der Äther abdestillirt und dann der Rückstand in einem mit einem aufsteigenden Liebig'schen Kühler verbundenen Kolben mit ziemlich concentrirter wässeriger Kalilösung durch mindestens sechs Stunden gekocht. Die Behandlung mit Kali hat lediglich den Zweck, etwa noch vorhandenen Bichloräther zu zerstören. In der schon angeführten Arbeit, in der ich zuerst mit Bauer die Darstellung des Äthylchloräthers beschrieben habe, haben wir zum Zwecke der Reinigung alkoholische Kalilösung angewendet. Ich habe jedoch seitdem die Erfahrung gemacht, daß der Äthylchloräther selbst von alkoholischer Kalilösung, wenn auch nur langsam, angegriffen wird, während er der Einwirkung wässeriger Kalilösung vollkommen widersteht. — Nach dem Sieden mit Kalilauge findet man in dem Kolben zwei dunkelgefärbte Schichten über einander gelagert. Man destillirt ab, ohne sie zu trennen, und wechselt nur von Zeit zu Zeit die Vorlage. Man erhält Destillate, die stets aus zwei Schichten bestehen. In den ersten Fractionen bildet das Wasser die schwerere untere Schicht, in den letzten ist es umgekehrt. Man hat daher als Product der Reaction wenigstens zwei Substanzen bekommen, die sich durch ihren Geruch nicht minder wie durch ihr specifisches Gewicht von einander unterscheiden. Diejenige, die den niedrigeren Siedpunkt besitzt und zugleich leichter ist als Wasser, d. i. der Äthylchloräther, ist in bei weitem reichlicherer Menge vorhanden als die zweite, specifisch schwerere Substanz. Der rohe Äthylchloräther, der noch einerseits mit etwas Äther anderseits mit der erwähnten höher siedenden Substanz verunreinigt ist, auch wohl etwas Alkohol enthalten kann, der durch Einwirkung des Kalis auf

Bichloräther entsteht, wird vom Wasser, auf dem er schwimmt, getrennt, nochmals mit Wasser gewaschen, mit Chlorcalcium getrocknet, endlich der fractionirten Destillation unterworfen. Die Fraction, die schließlich von 138—144° übergeht, stellt ziemlich reinen Äthylchloräther dar. Ich habe der Beschreibung der Eigenschaften, wie ich sie in der citirten in Gemeinschaft mit Bauer ausgeführten Arbeit geliefert habe, nur beizufügen, daß während dort der Siedpunkt bei 137° angegeben ist, ich ihn in mehreren seitdem vorgenommenen Bereitungen stets um einige Grade höher nämlich bei circa 141° fand. Außer der etwas verschiedenen Reinigungsmethode weiß ich sonst keinen Grund für die Verschiedenheit des Siedpunktes anzugeben. Den Analysen nach zu schließen, war die Substanz in beiden Fällen rein. Man weiß übrigens, daß die Analyse in vielen Fällen (je nach der Natur der Verunreinigungen) ein trügerischer Maßstab für die Beurtheilung der Reinheit einer Substanz ist und ich glaube überhaupt, daß in den häufigen Fällen, wo man auf die Methode der fractionirten Destillation angewiesen ist, man sich nicht selten selbst täuscht, wenn man die mit Hilfe dieser Methode isolirten Substanzen auf Grund einer mit der Formel übereinstimmenden Analyse für völlig rein hält.

Einwirkung von Zinkmethyl auf Bichloräther.

Auch diese Reaction ist in der citirten Abhandlung bereits beschrieben worden. Bei der Reindarstellung des Methylchloräthers dürfte aus denselben Gründen wie oben beim Äthylchloräther wässerige Kalilösung den Vorzug vor alkoholischer verdienen.

Einwirkung von alkoholischer Kalilösung oder von Natriumäthylat auf Bichloräther.

Eine concentrirte Lösung von Ätzkali in Alkohol wirkt auf Bichloräther ganz in derselben Weise ein und liefert ganz dieselben Producte wie mit Alcohol getränktes Natriumäthylat. Letzteres ist in der Anwendung vorzuziehen. Ich werde daher im Folgenden nur die Einwirkung des letzteren beschreiben und bemerke ausdrücklich, daß die Beschreibung richtig bleibt, auch wenn der Leser überall wo von „Natriumäthylat“ die Rede ist „alkoholische Kalilösung“ gesetzt denkt. Der einzige Unterschied ist der, daß die Reactionen mit alkoholischer Kalilösung etwas weniger nett sind.

Äthoxylchloräther. Wenn man den Krystallbrei von Natriumäthylat, den man durch Einwirkung von Natrium auf absoluten Alkohol erhält, successive in kleinen Portionen in Bichloräther einträgt, so findet eine energische Reaction, sofortige Abscheidung von Chlornatrium, und namentlich am Beginne der Reaction starke Wärmeentwicklung statt,

Es ist daher gut das Kölbchen, in dem sich der Bichloräther befindet, von außen mit Wasser zu kühlen. Die Reaction ist übrigens bei weitem nicht so heftig wie die durch Zinkäthyl hervorgebrachte, auch findet durchaus keine Gasentwicklung dabei statt. — Nachdem die berechnete Menge, nämlich ein Molecül Natriumäthylat NaC_2H_5O auf ein Molecül Bichloräther $C_4H_8Cl_2O$, eingetragen worden ist, wobei man bemerkt, daß der scharfe Geruch des Bichloräthers sich in einen angenehm erfrischenden verwandelt, setzt man das Kölbchen, das die Mischung enthält, mit einem aufsteigenden Kühler in Verbindung und erhitzt durch circa sechs Stunden im Wasserbade um die Reaction zu vollenden. Man behandelt dann mit Wasser und trennt das dadurch abgeschiedene Öl von der wässerigen Lösung. Letztere enthält Chlornatrium, doch kein Salz einer organischen Säure.

Das durch Wasser abgeschiedene braungelb gefärbte Öl wird zur Reinigung mit ziemlich concentrirter wässeriger Kalilösung durch etwa fünf Stunden in einem mit aufsteigendem Kühler verbundenen Kölbchen gekocht, dann von Kali getrennt und um es von Alkohol zu befreien zuerst mit Wasser, dann mit Chlorcalciumlösung gewaschen. Schließlich wird es mit Chlorcalcium getrocknet und der fractionirten Destillation unterworfen. Der größte Theil geht zwischen 156° und 160° über. Man sieht daher, daß in der Reaction hauptsächlich nur ein Product entstanden ist. Die folgenden Analysen zeigen, daß dies Product, das ich Äthoxylchloräther nenne, der Formel

$$\left.\begin{matrix} C_2H_3Cl\,.\,C_2H_5O \\ C_2H_5 \end{matrix}\right\} O$$

entspricht.

I. 0·2968 Grm. eines mit Anwendung von alkoholischer Kalilösung dargestellten Productes gaben 0·5056 Grm. Kohlensäure und 0·2237 Grm. Wasser.

II. 0·5729 Grm. eines mit Anwendung von Natriumäthylat dargestellten Productes, das bei 156—158° destillirte, lieferten

0·9771 Grm. Kohlensäure. (Die Wasserbestimmung ging verloren.)

III. Selbe Bereitung wie in II. Fraction, die bei 158 — 161° destillirte. 0·5141 Grm. lieferten 0·8768 Grm. Kohlensäure und 0·3925 Grm. Wasser.

IV. Andere Bereitung mittelst Natriumäthylat. Fraction, die bei 157°5 destillirte. 0·4457 Grm. lieferten 0·7636 Grm. Kohlensäure und 0·341 Grm. Wasser.

V. Andere Bereitung mittelst Natriumäthylat. Fraction 157—159°. 0·325 Grm. lieferten 0·5553 Grm. Kohlensäure und 0·247 Grm. Wasser.

VI. Selbe Bereitung wie in V. Fraction 157—158°. 0·3985 Grm. lieferten 0·6917 Grm. Kohlensäure und 0·3082 Grm. Wasser. 0·4742 Grm. lieferten bei der Verbrennung mit Kalk 0·4606 Grm. Chlorsilber und 0·0056 Grm. Silber.

100 Theile enthalten demnach:

	Gefunden						Berechnet
	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	
Kohlenstoff	46·46	46·51	46·51	46·72	46·60	47·34	47·21
Wasserstoff	8·37	—	8·48	8·50	8·44	8·59	8·52
Chlor	—	—	—	—	—	24·41	23·28
Sauerstoff	—	—	—	—	—	—	20·99
							100·00

Die mitgetheilten Analysen, deren Zahl ich noch hätte vermehren können, lassen wohl an der Zusammensetzung der Substanz, d. i. des Äthoxylchloräthers keinen Zweifel. Man wird in der Wahl einer den Analysen entsprechenden Formel um so weniger schwanken können, wenn man sich einerseits die Entstehung der Substanz durch Einwirkung von Natriumäthylat auf Bichloräther und anderseits ihre gleich zu besprechende weitere Umwandlung in Biäthoxyläther gegenwärtig hält. Trotzdem wird man aus obigen Analysen den weiteren Schluß ziehen müssen, daß der Äthoxylchloräther, obwohl er in wiederholten Bereitungen stets denselben fast constanten Siedpunkt zeigte, doch niemals völlig rein erhalten worden ist. Für den Kohlenstoff wurde immer zu wenig, für das Chlor zu viel gefunden, und selbst die ziemlich scharfe Übereinstimmung, welche die sub VI für Kohlenstoff und Wasserstoff gefundenen Werthe mit den aus er Formel berechneten zeigen, darf nicht als Beweis völliger

Reinheit der analysirten Substanz gelten, da der gefundene Chlorgehalt nicht genau mit dem berechneten stimmt.

Es handelt sich hier offenbar um eine Verunreinigung mit einer chlorreicheren Substanz, die durch fractionirte Destillation nicht vollkommen beseitigt werden kann. (Diese Substanz ist vielleicht identisch mit der chlorhältigen Substanz von irritirendem Geruch, die sich durch Einwirkung von Wasser auf Bichloräther bildet und von der später die Rede sein wird.) Ich habe aus diesem Grunde darauf verzichtet, das specifische Gewicht und die Dampfdichte des Äthoxylchloräthers zu bestimmen und mich darauf beschränkt seine Existenz und Zusammensetzung festzustellen.

Der Äthoxylchloräther ist eine wasserhelle farblose Flüssigkeit von höchst angenehmem erfrischendem Geruch, die bei 157—158° siedet, schwerer ist als Wasser (während der Äthylchloräther leichter ist als Wasser) und durch wässerige Kalilauge selbst beim Sieden nicht angegriffen wird. Seine Entstehung aus Bichloräther in der beschriebenen Reaction wird durch folgende Gleichung ausgedrückt:

$$\left.\begin{matrix}C_2H_3Cl_2\\C_2H_5\end{matrix}\right\} O + NaC_2H_5O = \left.\begin{matrix}C_2H_3.Cl.C_2H_5O\\C_2H_5\end{matrix}\right\} O + NaCl.$$

B i ä t h o x y l ä t h e r. Wenn man statt ein Molecül Natriumäthylat auf ein Molecül Bichloräther einwirken zu lassen, wie dies oben geschehen ist, einen Überschuß von Natriumäthylat oder alkoholischer Kalilösung anwendet und das Gemenge im Wasserbade erhitzt, so bleibt die Reaction nicht bei der Bildung des Äthoxylchloräthers stehen, sondern schreitet weiter, indem auch das zweite Atom Chlor des Bichloräthers gegen Äthoxyl C_2H_5O ausgetauscht wird. Diese zweite Reaction vollzieht sich jedoch nur sehr langsam. Ich habe folgendes Verfahren am zweckmäßigsten gefunden.

Man bereitet zuerst Äthoxylchloräther[1]) und schließt ihn mindestens mit der berechneten Menge oder auch mit einem Überschuß von Natriumäthylat in Form eines Krystallbreis in Glasröhren ein.

---

[1]) Wenn man wenig Zeit hat, so kann man auch die Bereitung des Zwischenproductes übergehen und statt seiner den Bichloräther selbst verwenden, indem man natürlich eine entsprechend größere Menge Natriumäthylat (etwas mehr als zwei Molecüle NaC_2H_5O auf ein Molecül $C_4H_8Cl_2O$) in den Röhren mit ihm zusammenbringt. Das weitere Verfahren bleibt dasselbe.



Die zugeschmolzenen Röhren werden hierauf im Ölbade bei 140 bis 150° durch circa 30 Stunden erhitzt. Sie enthalten dann einen reichlichen Niederschlag von Chlornatrium und eine klare gelbe Flüssigkeit. Beim Öffnen zeigt sich, daß sich keine Spur von Gas bei der Reaction gebildet hat. Man behandelt nun mit Wasser und trennt die dadurch abgeschiedene mit Wasser nicht mischbare Flüssigkeit von der wässerigen Lösung, die außer Alkohol noch kaustisches Natron und Chlornatrium enthält. Die abgeschiedene Flüssigkeit, die sich durch angenehmen Geruch auszeichnet, wird dann noch mit Wasser und mit Chlorcalciumlösung gewaschen, endlich mit Chlorcalcium getrocknet. Der fractionirten Destillation unterworfen, erweist sich das Product als ein Gemenge zweier Substanzen, wovon die eine, die gegen 170° siedet, bei weitem den Hauptbestandtheil ausmacht, die andere bei etwa 70° siedende nur in kleiner Menge vorhanden ist. Bei den Destillationen ist es zweckmäßig, um das Stossen beim Sieden zu vermeiden, etwas Platinblech in das Destillationskölbchen zu bringen.

Die flüchtigere etwas über 70° siedende Substanz besitzt einen höchst angenehmen Fruchtgeruch, ist leichter als Wasser, damit nicht mischbar, scheint sich aber in einem Überschuß zu lösen. Diese Eigenschaften deuten auf Essigäther hin. Auch die Resultate der Analyse stimmen annähernd damit überein, nur wurde stets etwas mehr Wasserstoff gefunden als der Formel des Essigäthers entspricht. Durch Zusatz von geschmolzenem Chlorcalcium wird die Substanz dickflüssig, kann jedoch schon durch Erhitzen im Wasserbade wieder davon abdestillirt werden. Natrium entwickelt daraus Wasserstoff, indem sich die Flüssigkeit zugleich in eine feste weiße Masse verwandelt; setzt man dann Wasser zu, so löst sich die feste Substanz auf, und es scheidet sich eine obere Flüssigkeitsschicht ab.

Die geringen Mengen, die mir bisher von dieser Substanz zu Gebote standen, haben mir noch nicht gestattet ihre Natur mit einiger Sicherheit festzustellen.

Das Hauptproduct der Reaction zwischen Äthoxylchloräther und Natriumäthylat ist, wie schon erwähnt, eine zwischen 162 und 171°, und zwar am reichlichsten von 166—169° destillirende wasserhelle Flüssigkeit. Die mit derselben vorgenommenen Analysen führten zu Resultaten, welche, wie aus der folgenden Zusammenstellung ersichtlich ist, sehr annähernd der Formel des Biäthoxyläthers

$$\left.\begin{matrix}C_2H_3(C_2H_5O)_2 \\ C_2H_5\end{matrix}\right\} O$$

entsprechen.

I. 0·4116 Grm. einer zwischen 162 und 167° aufgefangenen Fraction lieferten 0·8854 Grm. Kohlensäure und 0·3995 Grm. Wasser.

II. 0·3741 Grm. einer von 167 — 171° aufgefangenen Fraction derselben Bereitung lieferten 0·8003 Grm. Kohlensäure und 0·367 Grm. Wasser.

III. 0·4885 Grm. einer von 166—169° aufgefangenen Fraction einer andern Bereitung lieferten 1·05 Grm. Kohlensäure und 0·4832 Grm. Wasser.

IV. 0·3693 Grm. einer von 166 —169° aufgefangenen Fraction einer dritten Bereitung lieferten 0·7919 Grm. Kohlensäure und 0·3685 Grm. Wasser.

100 Theile enthalten demnach:

	Gefunden				Berechnet
	I.	II.	III.	IV.	
Kohlenstoff...	58·66	58·34	58·62	58·48	59·26
Wasserstoff ..	10·78	10·90	10·99	11·08	11·11
Sauerstoff....	—	—	—	—	29·63
					100·00

Die Analysen zeigen, daß die Substanz nicht vollkommen rein ist und in der That erwiesen sich bei genauer Untersuchung sämmtliche Producte, deren Analysen mitgetheilt sind, als noch chlorhältig. Ob der Chlorgehalt und dem entsprechend der zu niedrig gefundene Kohlenstoffgehalt von etwas beigemengtem noch unzersetztem Äthoxylchloräther herrührt, oder ob er einer Verunreinigung mit jenem chlorhaltigen Körper, der die Reindarstellung des Äthoxylchloräthers so sehr erschwert, zuzuschreiben ist, vermag ich nicht anzugeben. Es gelingt jedoch durch Behandlung mit metallischem Natrium den verunreinigenden chlorhältigen Körper zu zerstören und den Biäthoxyläther vollkommen rein zu erhalten. Anderthalbstündiges Kochen des unreinen Productes mit metallischem Natrium in einem Apparate, der die entweichenden Dämpfe condensirt zurückfließen ließ, war zu diesem Zwecke genügend. Das Natrium verwan-

delt sich dabei theilweise in voluminöse salzartige Krusten, die, wie spätere Untersuchung zeigte, wesentlich nur aus Chlornatrium bestehen. Die von dem festen Rückstand abdestillirte wasserhelle Flüssigkeit wurde der fractionirten Destillation unterworfen. Fast die ganze Menge ging nun in den engen Grenzen von 166—169° über und man erhielt bald ein Product von fast constantem Siedepunkt bei 168°, das keine Spur Chlor mehr enthielt. Die folgenden Analysen zeigen, daß dies Product reiner Biäthoxyläther ist.

I. 0·3232 Grm. einer bei 167°5 aufgefangenen Fraction lieferten 0·7035 Grm. Kohlensäure und 0·3263 Grm. Wasser.

II. 0·2874 Grm. einer bei 168°5 aufgefangenen Fraction lieferten 0·6243 Grm. Kohlensäure und 0·2876 Grm. Wasser.

100 Theile enthalten demnach:

	Gefunden		Berechnet
	I.	II.	
Kohlenstoff	59·36	59·24	59·26
Wasserstoff	11·21	11·12	11·11
Sauerstoff	—	—	29·63
			100·00

Die Bestimmung der Dampfdichte nach Dumas's Verfahren gab folgende Resultate:

Auf 0° reducirter Barometerstand . . . . . 759 Millim.
Temperatur der Wage . . . . 22°5
„ beim Zuschmelzen des Ballons . . 230°
Gewichtsüberschuß . . . . 0·6783 Grm.
Volum des Ballons . . . . 233·6 CC.
Gefundene Dampfdichte = 5·83.

Die aus der Formel des Biäthoxyläthers $\left.\begin{matrix}C_2H_3(C_2H_5O)_2\\C_2H_5\end{matrix}\right\}O$ berechnete Dampfdichte ist = 5·6.

Der kleine Unterschied, der offenbar keinen Zweifel an der Richtigkeit obiger Formel erregen kann, rührt wahrscheinlich nur von etwas zu rascher Ausführung der Dampfdichtenbestimmung her, indem der Inhalt des Ballons beim Zuschmelzen vielleicht noch nicht vollkommen die Temperatur des Ölbades angenommen haben mochte.

Der Biäthoxyläther ist eine farblose wasserhelle, mit Wasser nicht mischbare Flüssigkeit von angenehmem Geruch, die

bei 168° siedet und deren spec. Gewicht bei 21° zu 0·8924 gefunden wurde. Seine Entstehung wird durch folgende Gleichung ausgedrückt:

$$\left.\begin{matrix} C_2H_3.Cl.C_2H_5O \\ C_2H_5 \end{matrix}\right\} O + NaC_2H_5O = \left.\begin{matrix} C_2H_3.C_2H_5O.C_2H_5O \\ C_2H_5 \end{matrix}\right\} O + NaCl.$$

Was die Constitution des Biäthoxyläthers betrifft, so kann man ihn, wie dies die Formel ausdrückt, als Äther betrachten, in dem 2 Atome Wasserstoff durch Äthoxyl vertreten sind. Man kann seine Formel aber auch

$$\left.\begin{matrix} \overset{\text{III}}{C_2}H_3 \\ (C_2H_5)_3 \end{matrix}\right\} O_3 = \overset{\text{III}}{C_2}H_3 \left\{\begin{matrix} OC_2H_5 \\ OC_2H_5 \\ OC_2H_5 \end{matrix}\right.$$

schreiben[1]), wornach er als acetalartige Substanz, als das dem nicht existirenden Glycerin $\overset{\text{III}}{C_2}H_3(OH)_3$ entsprechende Triäthylin erscheint. Der von Kay aus Chloroform dargestellte sogenannte basische Ameisensäureäther $\overset{\text{III}}{C}H(OC_2H_5)_3$, der bei 146° siedet, läßt sich vielleicht als homolog ansehen.

Einwirkung von alkoholischer Kalilösung oder von Natriumäthylat auf Äthylchloräther.

Diese Einwirkung vollzieht sich genau unter denselben Bedingungen, unter denen die eben beschriebene Einwirkung derselben Agentien auf Äthoxylchloräther und dessen Umwandlung in Biäthoxyläther stattfindet, nur geht sie etwas leichter von statten und es bedarf nicht erst der Einwirkung des Natriums um ein reines Product zu erhalten.

---

[1]) Die Formel $C_2H_3(OC_2H_5)_3$ für den Biäthoxyläther ist natürlich nur dann möglich, wenn dem Bichloräther, wie dies hier vorausgesetzt ist, die Formel $\left.\begin{matrix} C_2H_3Cl_2 \\ C_2H_5 \end{matrix}\right\} O$ zukommt. Wenn der Bichloräther die Formel $\left.\begin{matrix} C_2H_4Cl \\ C_2H_4Cl \end{matrix}\right\} O$ hätte, so müßte der Biäthoxyläther durch $\left.\begin{matrix} C_2H_4C_2H_5O \\ C_2H_4C_2H_5O \end{matrix}\right\} O$ ausgedrückt werden. Ich ziehe es vor, obgleich der Beweis für die Richtigkeit der Formel $\left.\begin{matrix} C_2H_3Cl_2 \\ C_2H_5 \end{matrix}\right\} O$ des Bichloräthers erst im weiteren Verlaufe der Abhandlung beigebracht werden wird, schon hier und überall, wo ich die Formeln neuer Derivate des Bichloräthers mittheile, die als richtig erkannten rationellen Formeln statt der empirischen zu gebrauchen, um dem Leser die Mühe zu sparen nach Durchlesung der ganzen Abhandlung wieder auf jeden einzelnen Körper zurückzukommen und im Sinne der schließlich gewonnenen Einsicht alle Formeln umzuschreiben.



Der Äthylchloräther wird mit etwas mehr als der berechneten Menge concentrirter breiartiger alkoholischer Kalilösung oder Natriumäthylats in Glasröhren eingeschmolzen und dann durch 20—30 Stunden bei 140° erhitzt. Man behandelt dann mit Wasser, in dem sich die reichlich abgesetzten Krystalle von KCl oder NaCl lösen, wäscht die dadurch abgeschiedene obere Flüssigkeitsschicht mit Wasser oder mit Chlorcalciumlösung, trocknet sie mit Chlorcalcium und unterwirft sie der fractionnirten Destillation. Gerade so wie bei der Darstellung des Biäthoxyläthers erhält man auch hier zwei Producte. Die Natur des flüchtigeren etwas unter 70° siedenden Productes habe ich nicht mit Sicherheit festgestellt, da man es nur in kleiner Menge erhält; doch haben die Analysen dargethan, daß es mehr Kohlenstoff und Wasserstoff enthält als das entsprechende durch Einwirkung von Natriumäthylat auf Äthoxylchloräther erhaltene flüchtige Product. Es scheint bei Vergleichung der in dem einen und im anderen Falle erhaltenen analytischen Resultate, daß das aus Äthylchloräther erhaltene Product an der Stelle Äthyl enthält, wo das aus Äthoxylchloräther dargestellte die Gruppe Äthoxyl enthält, daß also das Molecül des letzteren sich durch den Mehrgehalt von einem *O* von dem des ersteren Productes unterscheidet.

Das Hauptproduct der Reaction ist eine bei circa 147° siedende farblose wasserhelle Flüssigkeit, die leichter ist als Wasser und einen angenehmen ätherartigen Geruch besitzt.

Die folgende Analyse zeigt, daß diese Substanz, die ich **Äthyläthoxyläther** nenne, der Formel

$$\left.\begin{matrix} C_2H_3 . C_2H_5 . C_2H_5O \\ C_2H_5 \end{matrix}\right\} O \text{ entspricht.}$$

0·3329 Gr. gaben 0·801 Gr. Kohlensäure und 0·371 Gr. Wasser.

100 Theile enthalten demnach:

	Gefunden	Berechnet
Kohlenstoff	65·62	65·75
Wasserstoff	12·38	12·33
Sauerstoff	—	21·92
		100·00

Die Entstehung des Äthyläthoxyläthers wird durch folgende Gleichung veranschaulicht:

$$\left.\begin{matrix} C_2H_3 . Cl . C_2H_5 \\ C_2H_5 \end{matrix}\right\} O + KC_2H_5O = \left.\begin{matrix} C_2H_3 . C_2H_5O . C_2H_5 \\ C_2H_5 \end{matrix}\right\} O + KCl$$

Einwirkung von Natriummethylat auf Bichloräther.

Methoxylchloräther. Die Reaction zwischen Natriummethylat und Bichloräther findet genau in derselben Weise statt wie die schon beschriebene von Natriumäthylat. Ich hätte daher für die Darstellung des Methoxylchloräthers nur zu wiederholen, was gelegentlich des Äthoxylchloräthers gesagt worden ist. Die Behandlung des Rohproductes mit wässeriger Kalilauge ist auch in diesem Falle nothwendig. Durch fractionirte Destillation des mit Kali gereinigten, dann gewaschenen und getrockneten Productes kann man dasselbe in eine etwas unter 70° siedende, eine bei circa 137° siedende und eine oder mehrere höher siedende (der Siedepunkt steigt bis über 160°) Substanzen zerlegen. Das Hauptproduct ist die bei 137° siedende Substanz; sowohl die flüchtigere als die höher siedende treten nur in geringen Mengen auf. Bemerkenswerth ist es, daß beide, sowohl die flüchtigere als die höher siedende, kohlenstoffreicher sind als die bei 137° siedende Substanz. Dadurch wird um so sicherer die Möglichkeit einer Täuschung ausgeschlossen in Bezug darauf, ob die bei 137° siedende Substanz ein bloßes Gemenge von annähernd constantem Siedepunkt oder ein reiner Körper sei. Die Analysen des bei circa 137° siedenden Hauptproductes zeigen, daß dasselbe Methoxylchloräther

$$\left.\begin{matrix} C_2H_3.Cl.CH_3O \\ C_2H_5 \end{matrix}\right\} O \text{ ist.}$$

I. 0·5479 Grm. gaben 0·8718 Grm. Kohlensäure und 0·3889 Grm. Wasser.

II. 0·4833 Grm. einer andern Bereitung gaben 0·7696 Grm. Kohlensäure und 0·3445 Grm. Wasser.

0·4499 Grm. gaben bei der Verbrennung mit Kalk 0·4636 Grm. Chlorsilber und 0·0041 Grm. Silber.

100 Theile enthalten demnach:

	Gefunden		Berechnet
	I.	II.	
Kohlenstoff	43·39	43·42	43·32
Wasserstoff	7·88	7·92	7·94
Chlor	—	25·79	25·63
Sauerstoff	—	—	23·11
			100·00

Das specifische Gewicht des Methoxylchloräthers wurde bei 13°5 zu 1·056 gefunden.

Selbst die etwas höher als 137° etwa bis 143° aufgefangenen Destillationsfractionen weichen in ihrer Zusammensetzung nur wenig von der des Methoxylchloräthers ab. Es kommt dies vielleicht nur daher, daß der Unterschied in der Zusammensetzung des Methoxylchloräthers und der höher siedenden Substanz kein sehr beträchtlicher ist. Die Entstehung des Methoxylchloräthers wird durch folgende Gleichung ausgedrückt:

$$\left.\begin{matrix} C_2H_3Cl_2 \\ C_2H_5 \end{matrix}\right\} O + NaCH_3O = \left.\begin{matrix} C_2H_3 . Cl . CH_3O \\ C_2H_5 \end{matrix}\right\} O + NaCl.$$

Es ist einleuchtend, daß die im Vorstehenden beschriebenen durch Einwirkung von Natriumäthylat oder Natriummethylat auf Bichloräther und Äthylchloräther erhaltenen Producte als Repräsentanten ganzer Reihen von Körpern gelten können, die eine analoge Constitution besitzen und sich auf ähnliche Weise darstellen lassen werden. Es genügt zu diesem Zwecke, die aus andern Alkoholen dargestellten Natriumverbindungen, ferner anderseits statt Äthylchloräther, Methylchloräther u. s. w. für die Reaction zu verwenden. Die dargestellten und noch darzustellenden Verbindungen gehören einer der drei Reihen an, deren allgemeine Formeln hier folgen:

$$\underbrace{\left.\begin{matrix} C_2H_3 . Cl . C_nH_{2n+1}O \\ C_2H_5 \end{matrix}\right\} O,}_{\text{z. B. Äthoxylchloräther, Methoxylchloräther.}} \qquad \underbrace{\left.\begin{matrix} C_2H_3 . C_mH_{2m+1}O . C_nH_{2n+1}O \\ C_2H_5 \end{matrix}\right\} O,}_{\text{z. B. Biäthoxyläther, wo } m=n=2 \text{ ist.}}$$

$$\underbrace{\left.\begin{matrix} C_2H_3C_mH_{2m+1} . C_nH_{2n+1}O \\ C_2H_5 \end{matrix}\right\} O,}_{\text{z. B. Äthyläthoxyläther.}}$$

Über die Constitution dieser Verbindungen habe ich gelegentlich des Biäthoxyläthers schon eine Andeutung gegeben. Es ist hier namentlich die Frage interessant, ob die im Äthermolecül und speciell in einem Äthylradical für Wasserstoff substituirten Gruppen (Äthoxyl, Methoxyl) auf eine besonders innige Weise mit dem Rest C_2H_3 verbunden sind, oder ob sie nur in ähnlicher Weise damit zusammen-

hängen wie jene Gruppe C_2H_5O, die den unangegriffenen Theil des ursprünglichen Äthermoleculs darstellt. Mit andern Worten man kann fragen, ob die Umwandlung des Äthers in Äthoxylchloräther oder in Biäthoxyläther als ein synthetischer chemischer Proceß, als eine wahre Synthese zu betrachten sei, oder ob nicht.

Die Chemiker haben das Wort Synthese nicht immer in derselben Bedeutung gebraucht. In der weitesten Bedeutung des Wortes wäre jede chemische Verbindung oder, genauer bezeichnet, jede durch einen chemischen Proceß bewirkte Umwandlung eines einfacheren in ein complicirteres Molecül als Synthese zu betrachten. Gelingt es die Verbindung aus den Elementen darzustellen (ein Problem, das bekanntlich für die organischen Verbindungen einst unlösbar schien), so wäre die Synthese eine vollständige. Die Darstellungen des Äthers $C_4H_{10}O$, oder des Essigäthers $C_4H_8O_2$ aus Alkohol C_2H_6O, des Triäthylamins $C_6H_{15}N$ aus Äthylamin C_2H_7N und Jodäthyl C_2H_5J u. s. w. müssen in diesem Sinne als Synthesen gelten. Gewöhnlich jedoch unterlegt man dem Wort Synthese eine etwas eingeschränktere Bedeutung, ohne daß sich genau bezeichnen ließe, wo im Sinne der verbreitetsten Ansicht die Grenzlinie liegt, hinter der die Synthese anfängt. Im Allgemeinen bezeichnet man wohl nur solche aus einfachen Substanzen dargestellte complicirtere Verbindungen als Synthesen, welche eine ziemliche Stabilität besitzen und bei der Einwirkung diverser Reagentien sich nicht wieder in jene einfacheren Substanzen zerlegen lassen, mit deren Hilfe sie dargestellt worden sind. Nach dem herrschenden Übereinkommen betrachtet man die oben angeführten Beispiele, die Bereitungen des Äthers, Essigäthers, Triäthylamins in Bezug auf die als Ausgangspunkt dienenden Äthylverbindungen nicht als Synthesen. Man hat sich auch, wenigstens bis in die neueste Zeit, geweigert, die Darstellung der Alkoholradicale also der unter den Namen Methyl, Äthyl u. s. w. bekannten Kohlenwasserstoffe als Synthese anzusehen, obgleich die von Laurent und Gerhardt vorgeschlagenen und bald auch angenommenen Formeln ihre größere moleculare Complication im Vergleich zu den einfacheren zur Bereitung dienenden Verbindungen deutlich machten.

Auf der andern Seite betrachtet man vielfach die Darstellungen der Ameisensäure aus Kohlenoxydgas, des Alkohols aus Äthylen, der Glycolsäure aus Essigsäure, der Äpfelsäure aus Bernsteinsäure

u. s. w. als wahre Synthesen. Man darf wohl fragen, ob es leichter sei, aus Äther Alkohol darzustellen, als Kohlenoxyd aus Ameisensäure zu bereiten? und wenn die Bildung des Äthers aus Alkohol keine Synthese ist, warum die Bereitung der Ameisensäure aus Kohlenoxydgas als solche betrachtet werden müsse?

Ehe ich diese Betrachtungen fortsetze, will ich eine Reaction mittheilen, die ich mit dem Biäthoxyläther vorgenommen habe und welche nach meiner Meinung die vorhin aufgeworfene Frage, ob die Darstellung des Biäthoxyläthers aus Bichloräther und mittelbar aus Äther als Synthese aufzufassen sei, beantwortet. Mir scheint diese Reaction gerade, weil sie sich auf einen Körper bezieht, bei dem man zweifeln kann, ob er als synthetisch oder nicht als synthetisch gebildet zu betrachten sei, auch insofern instructiv, als sie darauf hinweist, in welcher Weise am zweckmässigsten eine präcise Definition des Ausdrucks Synthese gefaßt werden sollte.

Einwirkung von concentrirter Jodwasserstoffsäure auf Biäthoxyläther.

Die Einwirkung der Jodwasserstoffsäure konnte entweder darin bestehen, den mit Theilnahme von vier Äthylradicalen aufgeführten complicirten Bau des Biäthoxyläthermolecüls zu zerstören und in einfache Äthylverbindungen zu spalten, oder sie konnte möglicherweise den Biäthoxyläther zu Biäthyläther reduciren und im Überschuße einwirkend die Producte liefern, welche Jodwasserstoffsäure mit Biäthyläther gibt.

10 Grm. reinen Biäthoxyläthers wurden mit 60 Grm. wässeriger Jodwasserstoffsäure à 1·7 in ein Rohr eingeschlossen. Die beiden Flüssigkeiten mischten sich und bildeten eine homogene klare rothe Lösung. Die Röhre ward nun zuerst über drei Stunden im Wasserbade, dann noch sechs Stunden bei 130° im Ölbade erhitzt. Es bildete sich keine Spur von Gas, doch zeigte ein dunkler ähnlich wie Jod aussehender Niederschlag, der sich ausgeschieden hatte, daß überhaupt eine Reaction stattgefunden habe. Der ausgegossene Röhreninhalt wurde mit Kalilauge gesättigt, wobei man erst eines schweren Öls gewahr wurde, das alsbald zu dem erwähnten dunklen Niederschlag hinabsank. Die überstehende wässerige alkalische Lösung wurde getrennt und das mit der kohligen Substanz gemengte Öl unter Zusatz von Wasser der Destillation unterworfen, wobei der

Wasserdampf die Destillation und Trennung des Öles von der festen Substanz erleichtern sollte. Es destillirte zuerst das schwere Öl, dann Wasser, später zugleich mit dem Wasser auch geringe Mengen einer festen gelblichen Substanz die sich bei Prüfung ihrer Eigenschaften als Jodoform erwies.

Das schwere Öl im Destillat wurde vom überstehenden Wasser getrennt und mit Chlorcalcium getrocknet. Es stellt das Hauptproduct der Reaction dar. Seine Menge betrug, ungeachtet eines durch Zufall erlittenen kleinen Verlustes, noch 17 Grm. Es besteht wesentlich nur aus einer einzigen Substanz, denn es zeigte, der Destillation unterworfen, einen fast constanten Siedpunkt bei 73°. Die Analyse gab folgende Resultate, welche die Substanz als Jodäthyl C_2H_5J erkennen lassen.

1·0812 Grm. gaben 0·6349 Grm. Kohlensäure und 0·3292 Grm. Wasser.

100 Theile enthalten demnach:

	Gefunden	Berechnet
Kohlenstoff	16·01	15·38
Wasserstoff	3·38	3·20
Jod	—	81·42
		100·00

Wenn auch die gefundenen Werthe mit den aus der Zusammensetzung des Jodäthyls berechneten keine scharfe Übereinstimmung zeigen, so schien mir doch die Natur der Substanz als Jodäthyl durch die Analyse in Verbindung mit den physikalischen Eigenschaften, dem bedeutenden specifischen Gewicht, dem Siedpunkt, dem charakteristischen Geruch u. s. w. so unzweifelhaft festgestellt, daß ich jede weitere Reinigung als unnöthig unterließ. Der etwas zu hoch gefundene Kohlenstoffgehalt kann entweder von Spuren der Reaction entgangenen Biäthoxyläthers oder vielleicht von etwas Alkohol kommen, der sich in der Reaction gebildet hat. Bekanntlich liefert Alkohol, wenn er bei Gegenwart von freiem Jod mit Kali behandelt wird, Jodoform, und es ist wohl keine allzukühne Voraussetzung aus dem Vorhandensein von Jodoform, dessen Auftreten bei der Destillation nach vorhergegangener Behandlung mit Kali beobachtet worden ist, auf die Anwesenheit von etwas Alkohol unter den durch Einwirkung von Jodwasserstoffsäure auf Biäthoxyläther entstandenen

Producten zu schließen. Spuren von Alkohol, die in dem schweren Öl gelöst waren, könnten der Umwandlung in Jodoform entgangen, und dem destillirten Jodäthyl, das keiner sorgfältigen Waschung unterworfen worden war, beigemischt gewesen sein.

Die früher erwähnte feste kohlige Substanz blieb, nachdem das Jodäthyl abdestillirt worden war, im Destillationsrückstand. Ihre Menge war nicht sehr bedeutend, wenn sie auch ziemlich voluminös war. Sie erwies sich als ein Gemenge von in allen Lösungsmitteln unlöslicher Kohle, mit einer oder mehreren in Äther mit rother Farbe löslichen schmierigen höchst unerquicklichen jodhältigen Substanzen. Es gelingt nur schwer durch Waschen mit Äther oder Behandlung mit Ätheralkohol die letzteren völlig auszuziehen; sie sind schwer löslich, wenn sie auch eine bedeutende färbende Kraft besitzen.

Die mitgetheilte Untersuchung zeigt, daß bei der Einwirkung von Jodwasserstoffsäure auf Biäthoxyläther weder Biäthyläther noch Derivate desselben entstehen. Man erhält als Hauptproduct Jodäthyl, ferner etwas Alkohol, Kohle und eine geringe Menge jodhältiger nicht näher definirter Substanz. Die folgende Gleichung drückt sehr annähernd den Vorgang bei der beschriebenen Reaction aus:

$$\left.\begin{matrix} C_2H_3.(C_2H_5O)_2 \\ C_2H_5 \end{matrix}\right\} O + 2HJ = 2C_2H_5J + C_2H_5.HO + 2H_2O + 2C.$$

Es ist klar, daß die Entstehung des Alkohols neben Jodäthyl nur von dem Verhältniß der angewandten Jodwasserstoffsäure abhängt. Bei Anwendung eines größeren Verhältnisses von Jodwasserstoff und namentlich einer concentrirteren Lösung, würde man ohne Zweifel statt Alkohol nur eine entsprechend größere Menge Jodäthyl erhalten haben. Die obige Gleichung gibt übrigens insofern kein ganz vollständiges Bild der Reaction, als wohl nicht durchwegs der Gruppe C_2H_3 aller Wasserstoff zum Behufe der Wasserbildung entzogen wird, und sich neben Kohle, noch jene Wasserstoff- und Jod-hältige in Äther lösliche Substanz bildet, deren oben erwähnt wurde. Dagegen nimmt etwas mehr Jodwasserstoffsäure mit ihrem Wasserstoff an der Reaction Theil, während Jod in Freiheit gesetzt wird.

Ich betrachte nach dem Ergebniß dieses Versuches die Darstellung des Biäthoxyläthers aus Äther, trotz der dabei eintretenden Complication des Moleculs, **nicht** als Synthese. Die Einwirkung der Jodwasserstoffsäure hat nur einfache Äthylverbindungen geliefert; läßt man sie hingegen auf Äthylchlor- oder Biäthyläther einwirken, so erhält man Tetryl- und Hexylverbindungen.

Es ist offenbar, daß dieser höchst characteristische Unterschied im Verhalten des Biäthyl- und des Biäthoxyläthers gegenüber demselben Agens durch den Umstand bedingt wird, daß im ersten Falle die eingeführten Kohlenwasserstoffgruppen durch ihren Kohlenstoff mit dem Kohlenstoff des Äthyls im Äther verbunden sind, im zweiten Falle die Verbindung mittelst Sauerstoff hergestellt ist.

$$\underbrace{\begin{matrix} C_2\left\{\begin{matrix} C_2H_5 \\ C_2H_5 \\ H_3 \end{matrix}\right. \\ C_2\left\{\begin{matrix} O \\ H_5 \end{matrix}\right. \end{matrix}}_{\text{Biäthyläther.}} \qquad \underbrace{\begin{matrix} C_2\left\{\begin{matrix} OC_2H_5 \\ OC_2H_5 \\ H_3 \end{matrix}\right. \\ C_2\left\{\begin{matrix} O \\ H_5 \end{matrix}\right. \end{matrix}}_{\text{Biäthoxyläther.}}$$

Will man nun den Ausdruck chemische Synthese nicht in der früher angedeuteten allgemeinsten Bedeutung, wonach jedwede Complication des Moleculs als Synthese bezeichnet wird, gelten lassen, so glaube ich, thut man am besten künftig, wo es sich um Kohlenstoffverbindungen handelt, unter Synthese nur solche chemische Veränderungen eines Moleculs zu verstehen, bei welchen neu hinzutretende Kohlenstoffatome sich mit den im Molecül vorhandenen direct verbinden. Das größere Interesse und die größere Mannigfaltigkeit des Problems, das uns die Synthese von Kohlenstoffverbindungen im Vergleich zu Verbindungen anderer Elemente bietet, kömmt eben daher, daß dem Kohlenstoff mehr als allen anderen Elementen die Eigenschaft zukömmt sich mit sich selbst zu verbinden und Atomketten zu bilden.

In allen den Fällen, wo die Vergrößerung des Moleculs durch Anlagerung neuer Atomgruppen nur durch Vermittlung von Sauerstoff- oder Stickstoffatomen etc. erfolgt, da beobachtet man auch, daß die resultirenden Verbindungen einen andern chemischen Character haben, als dann, wenn die moleculare Complication durch Verbindung von Kohlenstoff mit Kohlenstoff hervorgebracht worden

ist. Darum ist es zweckmäßig letztere Classe von Verbindungen hervorzuheben und den Ausdruck Synthesen auf sie allein zu beschränken. Der Unterschied im chemischen Character zwischen der einen (durch Kohlenstoffverbindung bedingten) und der andern (durch Vermittlung anderer mehrwertiger Elemente bedingten) Art molecularer Complicationen macht sich so deutlich geltend, daß man zu jeder Zeit die eine von der andern unterschieden hat, auch schon lange bevor man angefangen hatte den Bau der Molecüle in der Weise zu erforschen wie dies heute geschieht und sich von der gegenseitigen Bindung der Atome in denselben Rechenschaft zu geben.

Nach dem aufgestellten Grundsatze sind die zusammengesetzten Äther, die secundären und tertiären Monamine u. s. w., wie dies auch bisher geschehen, nicht als Synthesen zu betrachten. Man sieht auch sogleich den großen Unterschied zwischen der chemischen Natur der einfachen Äther einerseits und der Alkoholradicale anderseits, zweier Körperclassen, die sonst häufig in Parallele gestellt und als ähnlich constituirt angesehen worden sind. Die Ätherbildung ist keine Synthese, die beiden im Äthermolecül enthaltenen Äthylgruppen sind nicht durch ihren Kohlenstoff sondern nur mittelbar durch Sauerstoff an einander gebunden; auch liefert der Äther in seinen chemischen Umsetzungen keine höheren als Äthylverbindungen. Im Gegentheile muß die Bereitung des Äthyls als Synthese betrachtet werden. Die beiden Äthylradicale sind durch ihren Kohlenstoff chemisch vereint und darum verhält sich das sogenannte Äthyl nicht wie eine Äthyl- sondern wie eine Tetrylverbindung.

Die Bildung des Äthylchloräthers und die des Biäthyläthers sind Synthesen, denn diese Körper enthalten längere Kohlenstoffketten als im Äther enthalten sind; der Äthoxylchloräther und Biäthoxyläther sind keine Synthesen, und zeigen daher auch ein wesentlich anderes chemisches Verhalten als die früher genannten Verbindungen.

Die Bereitung des Acetons aus Essigsäure ist eine Synthese, die Umwandlung des Acetons in Pseudopropylalkohol darf nicht als solche betrachtet werden. Die Darstellungen der Ameisensäure aus Kohlenoxydgas, des Glycerins aus Jodallyl, des Alkohols aus Äthylen, des Holzgeists aus Grubengas, der Äpfelsäure aus Bernsteinsäure u. s. w. haben, wenn man die hier gegebene Definition annimmt, keinen Anspruch auf die Bezeichnung Synthesen.

Bei den Cyanverbindungen der Alkoholradicale muß man unterscheiden, ob die Gruppe CN durch ihr C oder durch ihr N mit dem Kohlenstoff des Radicals zusammenhängt. Bei den schon länger und bis vor kurzem allein bekannten Cyanverbindungen oder Nitrylen, welche bei Behandlung mit Kali einerseits Ammoniak und anderseits fette Säuren liefern, kann man nicht zweifeln, daß die Verbindung der Gruppe CN mit dem Radical durch den Kohlenstoff hergestellt ist. Die Darstellung des gewöhnlichen Cyanäthyls aus Äthylverbindungen ist daher eine Synthese.

Bei der neuentdeckten Classe von isomeren Cyanverbindungen hingegen, welche, wie Hofmann gezeigt hat, bei ihrer Zerlegung mit Säuren Ameisensäure und substituirte Ammoniake liefern, erscheint es, wie Gauthier bereits bemerkt hat, sehr wahrscheinlich, daß das Alkoholradical zunächst mit dem Stickstoff der Gruppe CN verbunden ist. Die Bereitung des neuen isomeren Cyanäthyls aus Jodäthyl wäre demnach keine Synthese.

Die vorstehenden Beispiele genügen wohl um meine Meinung klar zu machen. Will man die hier vorgeschlagene Definition von chemischer Synthese annehmen, so erlangt dieser bisher wie mir scheint, ziemlich vage und in verschiedenem Sinne gebrauchte Begriff eine präcise Fassung, während doch in der Mehrzahl der Fälle, was bisher gewöhnlich als Synthese galt, fortfährt als Synthese zu gelten und was nicht als Synthese angesehen wurde, weiterhin davon ausgeschlossen bleibt. Man braucht sich also von der Gewohnheit nicht weit zu entfernen.

Sämmtliche bisher mitgetheilte Untersuchungen über den Bichloräther, wenn sie auch eine Anzahl von Derivaten kennen gelehrt und die Darstellung einer noch größeren Anzahl in Aussicht gestellt haben, liefern dennoch für die Erkenntniß der Constitution dieses Körpers, speciell für Beantwortung der Frage wie die zwei Chloratome im Molecül vertheilt sind, nur spärliche Anhaltspunkte. Nicht allein mit der Formel $\left.\begin{matrix} C_2H_3Cl_2 \\ C_2H_5 \end{matrix}\right\} O$, die im Vorstehenden gebraucht wurde, sondern auch mit der Formel $\left.\begin{matrix} C_2H_4Cl \\ C_2H_4Cl \end{matrix}\right\} O$ für Bichloräther lassen sich die beschriebenen Reactionen vereinbaren. Man kann aus denselben höchstens so viel schließen, daß wahrscheinlich die

beiden Chloratome sich an nicht symmetrischen Stellen in dem Gebäude des Bichloräthermolecüls befinden, denn man sieht sonst nicht gut ein, warum das eine Cl mit so viel größerer Leichtigkeit als das andere Cl angegriffen und gegen äquivalente Atomgruppen ausgetauscht wird.

Ich beschloß nun die Einwirkung des Phosphorperchlorids auf Bichloräther zu untersuchen, indem ich darin ein Mittel zu finden hoffte die Frage zu entscheiden

$$\text{ob} \left.\begin{matrix} C_2H_3Cl_2 \\ C_2H_5 \end{matrix}\right\} O \qquad \text{oder} \left.\begin{matrix} C_2H_4Cl \\ C\,H_4Cl \end{matrix}\right\} O$$

die richtige Formel des Bichloräthers sei.

Einwirkung von Phosphorperchlorid auf Bichloräther.

Die Reaction, wenn sie in voraussetzbarer Weise, nämlich so daß O durch 2Cl ersetzt würde, verlief, mußte je nach der chemischen Constitution des Bichloräthers zur Bildung ganz verschiedener Producte führen. Ich erwartete, daß sie nach einer oder der andern der folgenden zwei Gleichungen erfolgen würde:

$$\left.\begin{matrix} C_2H_4Cl \\ C_2H_4Cl \end{matrix}\right\} O + PCl_5 = 2C_2H_4Cl_2 + POCl_3$$

oder

$$\left.\begin{matrix} C_2H_3Cl_2 \\ C_2H_5 \end{matrix}\right\} O + PCl_5 = C_2H_3Cl_3 + C_2H_5Cl + POCl_3.$$

Der Versuch hat diesen Erwartungen nicht entsprochen. Bei gewöhnlicher Temperatur oder bei gelindem Erwärmen findet keine Reaction statt. Wenn man aber den Bichloräther mit Phosphorperchlorid in eine Röhre einschmilzt und auf 140° erhitzt, so erhält man eine schwarze Flüssigkeit, und beim Aufbrechen der Röhre entweichen Ströme von Chlorwasserstoff. Die schwarze Flüssigkeit erwies sich als ein Gemenge von Phosphortrichlorür mit Chlorsubstitutionsproducten des Bichloräthers und deren Zersetzungsproducten durch Wärme.

Unzweifelhaft ist demnach das Phosphorperchlorid, noch bevor es auf den Bichloräther eingewirkt hat, in Phosphortrichlorür und Chlor zerfallen. Das Chlor hat unter Bildung von Chlorwasserstoff substituirend auf den Bichloräther eingewirkt, während das Phosphortrichlorür unter den Umständen des Versuches an der Reaction nicht Theil genommen hat. Das Phosphorperchlorid ist demnach zu dem

Zwecke Sauerstoff zu entziehen und durch Chlor zu ersetzen, in diesem Falle nicht anwendbar. Phosphortrichlorür zu demselben Zwecke zu verwenden, erwies sich seiner eigenen Flüchtigkeit wegen und noch mehr wegen der Flüchtigkeit der durch die Reaction entstehenden Producte zum mindesten nicht bequem. Ich brachte daher Phosphortribromür[1]) in Anwendung.

[1]) Bereitung von Phosphortribromür. Da bekanntlich die Einwirkung von Brom auf Phosphor äußerst heftig ist, und da es mir anderseits im Interesse der Reinheit der zu erhaltenden Producte stets wünschenswerth scheint, bei Bereitungen die Zuhilfenahme fremder Substanzen, wie z. B. in diesem Falle des Schwefelkohlenstoffes, möglichst zu vermeiden, so habe ich zur Darstellung des Phosphortribromürs das folgende Verfahren in Anwendung gebracht, das ganz gefahrlos ist und ein vollkommen reines Product liefert.

Das Kölbchen *A* ist durch einen doppelt durchbohrten Kautschukstopfen verschlossen. Es steht durch eine in eine der Bohrungen eingepaßte Glasröhre, die bis auf den Boden des Kölbchens reicht, mit einem Apparat in Verbindung, der einen continuirlichen Strom trockener Kohlensäure liefert. Anderseits wird das Kölbchen *A* durch eine unter seinem Stopfen mündende Röhre, die zweimal im rechten Winkel gebogen ist, mit einem zweiten Kölbchen *B* in Verbindung gesetzt, das auch wieder mittelst eines doppelt durchbohrten Stopfens verschlossen ist. In die zweite Bohrung des Stopfens von *B* ist ein Destillationsrohr eingesetzt, durch welches die Kohlensäure entweicht.

Nachdem der Apparat mit trockener Kohlensäure gefüllt ist, werden zunächst wohl abgetrocknete Stücke reinen weißen Phosphors in das Kölbchen *B* eingetragen. Man bringt dann die dem Phosphor entsprechende berechnete Menge trockenes Brom in das Kölbchen *A* und läßt durch den Kohlensäurestrom die Bromdämpfe dem in *B* befindlichen Phosphor zuführen. Das Zuführungsrohr mündet nahe über dem Phosphor, der sogleich das Brom absorbirt und sich unter seiner Einwirkung allmälig verflüssigt, während sich darüber am Zuleitungsrohr auch etwas festes Phosphorperbromür bildet. Letzteres verschwindet später wieder, besonders wenn man es durch Umschütteln mit der Flüssigkeit, die nichts anderes als eine Lösung von Phosphor in Phosphortribromür ist, in Berührung bringt. Durch gelindes Erwärmen von *A* im Wasserbade kann man das Verdampfen des Broms und somit seine Einwirkung auf den Phosphor beschleunigen. So lange blos Bromdämpfe übergehen, findet keine erhebliche Erwärmung des Phosphors statt. Wenn letzterer vollständig gelöst ist, kann man, um rascher zum Ziele zu kommen, durch stärkere Erwärmung von *A* eine langsame Destillation des Broms aus *A* nach *B* einleiten. Man muß dann das Kölbchen *B* durch Schnee kühlen, da am Anfang jeder Tropfen einfließenden Broms mit großer Heftigkeit reagirt. Übrigens hat man durch mehr oder minderes Erwärmen des Broms in *A*, mehr oder minderes Kühlen des Kölbchens *B* und durch Regulirung des Kohlensäurestroms den Gang der Reaction ganz in der Hand. Nachdem alles Brom aus *A* nach *B* übergegangen ist. wird die in *B* enthaltene Flüssigkeit abdestillirt. Das Product ist reines Phosphortribromür.

Einwirkung von Phosphortribromür auf Bichloräther.

Die berechneten Mengen, nämlich 2 Mol. Phosphortribromür auf 3 Mol. Bichloräther, wurden sammt einem kleinen Zusatz von überschüssigen Phosphortribromür in einer zugeschmolzenen Glasröhre durch einige Stunden auf 200° erhitzt. Beim Öffnen der Röhre, die dabei mittelst Schnee gekühlt wurde, entwich sehr viel Gas, das sich bei der Untersuchung als ein Gemenge von Chlorwasserstoff in vorwiegender Menge, mit Bromwasserstoff erwies. Sonst enthielt die Röhre dem Anschein nach nur schwarze Kohle. Ihr ganzer Inhalt wurde mittelst Wasser in ein Kölbchen gespült und dann bis zur Trockniß destillirt. Zuerst destillirte eine farblose Flüssigkeit von süßlichem Geruch, die bedeutend schwerer als Wasser war und sich darin nicht löste; später ging nur Wasser über, das phosphorige Säure und Bromwasserstoffsäure in Lösung hielt. Der trockene Destillationsrückstand sah wie Kohle aus, gab aber an Wasser noch phosphorige Säure und Bromwasserstoffsäure ab.

Die mit Wasser nicht mischbare schwere Flüssigkeit, die zuerst destillirt war, wurde mit Chlorcalcium getrocknet. Bei der Destillation ging sie vollständig zwischen 37 und 45° über.

0·3514 Grm. gaben bei der durch Verbrennung mit Kalk ausgeführten Brombestimmung 0·6056 Grm. Bromsilber und 0·0052 Grm. Silber. Dies entspricht 74·43 Proc. Brom. Die analysirte Substanz ist nach ihren Eigenschaften wie nach der Analyse offenbar Bromäthyl. Die Theorie verlangt für die Formel C_2H_5Br 73·4 Proc. Brom. Die Ursache des um 1 Proc. zu hoch gefundenen Bromgehaltes liegt wahrscheinlich darin, daß das analysirte Bromäthyl mit etwas Chloräthyl verunreinigt war und so das im Silberniederschlag neben Brom enthaltene Chlor als Brom in Rechnung gebracht worden war. Die Resultate, die später bei der Einwirkung von Phosphortribromür auf Äthyl- und Methylchloräther erhalten wurden, deuten darauf hin.

Die Ergebnisse der eben mitgetheilten Untersuchung lassen sich nur schwer mit der Formel $\left.\begin{matrix}C_2H_4Cl\\C_2H_4Cl\end{matrix}\right\}O$ für Bichloräther zusammenreimen; sie stehen dagegen mit der Formel $\left.\begin{matrix}C_2H_3Cl_2\\C_2H_5\end{matrix}\right\}O$ recht gut im Einklang, ja man kann in dieser Voraussetzung die Reaction durch folgende einfache Gleichung ausdrücken:

$$3\left.\begin{matrix}C_2H_3Cl_2\\C_2H_5\end{matrix}\right\}O + 2PBr_3 = 3C_2H_5Br + 3HBr + 6HCl + 6C + P_2O_3.$$

Obwohl diese Gleichung den wirklich erhaltenen Versuchsresultaten recht gut entspricht, so gestehe ich, daß ich doch Bedenken trage, aus einem chemischen Proceß derart wie der beschriebene, in welchem sich Kohle abscheidet und Zersetzungsgase entwickeln, Schlüsse auf die Constitution der reagirenden Substanzen zu ziehen.* Man könnte eben auch die Bildung des Bromäthyls auf Rechnung einer tiefgreifenden Zerstörung des Bichloräthermolecüls stellen. Wie dem auch sei, um zu einem sicheren Schluß zu gelangen, schienen mir weitere Versuche nothwendig, nur glaubte ich mir mehr Erfolg versprechen zu dürfen, wenn ich statt des leicht zersetzlichen Bichloräthers den Äthylchloräther zum Gegenstand der Untersuchung wählte. Der Äthylchloräther unterscheidet sich vom Bichloräther offenbar nur in dem Punkte, daß er an derselben Stelle Äthyl enthält, wo im Bichloräther ein Atom Chlor enthalten ist. Wenn es daher gelingt, festzustellen, welche von den beiden Formeln

$$\text{ob}\ \left.\begin{matrix}C_2H_4.C_2H_5\\C_2H_4.Cl\end{matrix}\right\}O\ \text{oder}\ \left.\begin{matrix}C_2H_3.Cl.C_2H_5\\C_2H_5\end{matrix}\right\}O$$

dem Äthylchloräther entspricht, so ist auch die Frage nach dem Platz der 2Cl im Bichloräther damit entschieden.

Ich untersuchte zunächst die

Einwirkung von Phosphorperchlorid auf Äthylchloräther.

Die beiden Substanzen, die bei gewöhnlicher Temperatur nicht auf einander einwirken, wurden im Verhältnisse von 1 Mol. Äthylchloräther auf etwas mehr als 1 Mol. Phosphorperchlorid in ein Kölbchen gebracht und durch einige Stunden im Ölbade zum Sieden erhitzt. Das Kölbchen stand dabei mit einem wohlgekühlten Schlangenrohr in Verbindung, das die Dämpfe condensirt zurückfließen ließ, während die erwärmte Luft oder Gase nur durch Quecksilber entweichen konnten. Es entwickelte sich anfangs Chlorwasserstoffsäure, später kein Gas mehr. Das absperrende Quecksilber wurde etwas angegriffen. Als ich das erhaltene Product, das eine klare gelbe Flüssigkeit darstellte, der Destillation unterwarf, stieg der Siedepunct von 80—240°. Die flüchtigste Partie war nichts anders als Phosphortrichlorür. Die erhaltenen Fractionen wurden mit Wasser gewaschen, mit Chlorcalcium getrocknet und wieder successive destilltir.

Es zeigte sich nun, daß noch unveränderter Äthylchloräther (circa die Hälfte der ursprünglich angewandten Menge) vorhanden war, und außerdem eine oder mehrere von 200—240° siedende Substanzen, die schwerer als Wasser waren. Obgleich für letztere kein constanter Siedepunkt beobachtet werden konnte, so wurde dennoch eine gegen 230° aufgefangene Fraction der Analyse unterworfen, um sich zu überzeugen, ob diese Substanz noch Sauerstoff enthalte und ob sie, wie zu erwarten war, ein Chlorsubstitutionsproduct des Äthylchloräthers sei.

0·4257 Grm. lieferten 0·5345 Grm. Kohlensäure und 0.175 Grm. Wasser.

0·3895 Grm. gaben bei der Verbrennung mit Kalk 0·8323 Grm. Chlorsilber und 0.0075 Grm. Silber.

Diese Zahlen entsprechen so ziemlich einem Gemenge von einem Theil dreifach gechlortem Äthylchloräther mit sechs Theilen zweifach gechlortem Äthylchloräther, wie folgende Zusammenstellung zeigt:

	Gefunden	Berechnet für	
		$C_6H_{11}Cl_3O$	$C_6H_{10}Cl_4O$
Kohlenstoff	34·24	35·03	30·00
Wasserstoff	4·56	5·35	4·16
Chlor	53·50	51·82	59·16
Sauerstoff	7·70	7·80	6·68
	100·00	100·00	100·00

Der im Verhältniß etwas zu gering gefundene Wasserstoffgehalt mag vielleicht von einer kleinen Zersetzung des Substitutionsproductes unter Ausscheidung von Chlorwasserstoff herrühren.

Daß es sich hier um Chlorsubstitutionsproducte des Äthylchloräthers handelt, ist übrigens unzweifelhaft und damit stimmt auch der hohe Siedepunkt überein. Ich konnte mich mit diesen Resultaten begnügen, da die nähere Kenntniß der durch die Reaction erhaltenen Substitutionsproducte meinen Zwecken fern lag. Die Einwirkung des Phosphorperchlorids auf Äthylchloräther ist sonach ganz ähnlich verlaufen wie die auf Bichloräther. Das Phosphorperchlorid hat nicht sauerstoffentziehend gewirkt, sondern ist in Phosphortrichlorür, das nicht reagirt hat, und in Chlor zerfallen, das mit Äthylchloräther Substitutionsproducte gegeben hat.

Die folgende Gleichung gibt ein annähernd richtiges Bild der Reaction:

$$2C_6H_{13}ClO + 2PCl_5 = C_6H_{13}ClO + C_6H_{11}Cl_3O + 2HCl + 2PCl_3.$$

Ich untersuchte nun die

Einwirkung von Phosphortribromür auf Äthylchloräther.

Die beiden Substanzen wirken selbst bei Siedhitze nicht auf einander ein. Die Reaction zwischen ihnen erfolgt erst, wenn man sie in eine Glasröhre einschmilzt und auf 180° erhitzt. Dabei bilden sich nur Spuren von saurem Gas. Eine braune, weiche schmierige Substanz wird ausgeschieden; über ihr steht eine bräunliche, mitunter selbst farblose klare Flüssigkeit. Als nach 10stündigem Erhitzen im Ölbade die Röhre geöffnet worden war, wurde die Flüssigkeit herausgegossen und destillirt. Der Siedepunkt erhob sich von 40 bis gegen 180°. Die Fractionen wurden mit Wasser behandelt, wobei die höheren Fractionen, die noch etwas unverändertes Phosphortribromür enthielten, sich erwärmten, die flüchtigen nicht erheblich angegriffen wurden. Doch enthielten die Waschwässer aller Fractionen phosphorige Säure und Bromwasserstoff. Die in der Glasröhre zurückgebliebene weiche schmierige Masse wurde mit Wasser übergossen, worin sie sich großentheils wenn auch nur langsam löste. Sie besteht wahrscheinlich aus Phosphorigsäureanhydrid, das mit den in der Reaction entstandenen Bromüren und etwas überschüssigem Phosphortribromür getränkt ist. Es blieb bei der Behandlung mit Wasser eine kleine Menge kohlenartiger Substanz ungelöst zurück, die wohl einer secundären Reaction ihre Entstehung verdankt.

Die mit Wasser gewaschenen Destillatsfractionen des flüssigen Productes wurden, nachdem sie mit Chlorcalcium getrocknet worden waren, wieder der Destillation unterworfen. Man überzeugte sich bald, daß mindestens zwei Producte vorliegen, eines das bei circa 40° siedet und leicht als Bromäthyl zu erkennen ist, und ein zweites, das zwischen 150 und 160° übergeht, ohne daß ein constanter Siedepunkt beobachtet werden konnte. Beide Producte sind bedeutend schwerer als Wasser. Zur Identificirung des Bromäthyls wurden die flüchtigen Fractionen, die in zwei Bereitungen erhalten worden waren, analysirt.

0·927 Grm. gaben 0·8266 Grm. Kohlensäure und 0·4067 Grm. Wasser.

0·4707 Grm. einer anderen Bereitung gaben bei der Verbrennung mit Kalk 0·8088 Grm. Silberniederschlag und 0·0125 Grm. Silber.

Aus diesen Daten berechnet man in der Voraussetzung, daß der in der Analyse erhaltene Silberniederschlag reines Bromsilber sei, für die Zusammensetzung in 100 Theilen

	Gefunden		Berechnet für C_2H_5Br
Kohlenstoff	24·32	—	22·02
Wasserstoff	4·87	—	4·58
Brom	—	75·09(?)	73·40
			100·00

Da die analysirte Substanz offenbar keinen Sauerstoff enthält und sowohl zu viel Kohlenstoff als zu viel Brom gefunden wurde, so vermuthete ich, das analysirte Bromäthyl möchte mit Chloräthyl verunreinigt sein. (Ich habe mich bei einer andern Gelegenheit überzeugt, daß Chloräthyl keineswegs so leicht als man erwarten sollte, durch fractionirte Destillation von höher siedenden ähnlichen Substanzen getrennt werden kann.) Das in der Analyse erhaltene Bromsilber müßte dann eine Beimengung von Chlorsilber enthalten. Das Experiment bestätigte diese Voraussetzung. Der größte Theil des oben erhaltenen Silberniederschlages wurde in eine Kugelröhre übertragen und durch Behandlung mit Chlorgas in Chlorsilber verwandelt.

0·793 Grm. des Silberniederschlages lieferten bei der Behandlung mit Chlorgas 0·6349 Grm. Chlorsilber.

Daraus berechnet man, daß die analysirte Substanz statt der früher angegebenen 75·09 Proc. Brom, vielmehr nur 63·16 Proc. Brom und außerdem 6·88 Proc. Chlor enthält. Mag man es auch noch für zweifelhaft halten, ob das gefundene Chlor als Chloräthyl in der Substanz enthalten sei, so kann man doch aus der Analyse nicht minder wie aus dem Siedepunkt mit Sicherheit schließen, daß kein Körper von der Formel C_2H_4ClBr hier vorliegt, da ein solcher Körper nicht nur einen höheren Siedepunkt besäße, sondern auch noch bedeutend weniger Kohlenstoff als Bromäthyl enthielte, während umgekehrt zu viel Kohlenstoff gefunden worden war.

Der Körper C_2H_4ClBr hätte sich aber bilden müssen, wenn

$$\left.\begin{matrix}C_2H_4 . C_2H_5 \\ C_2H_4 . Cl\end{matrix}\right\} O$$

die richtige Formel des Äthylchloräthers wäre. Man sieht dies aus folgender Gleichung:

$$3\left.\begin{matrix}C_2H_4 . C_2H_5 \\ C_2H_4 . Cl\end{matrix}\right\} O + 2PBr_3 = 3C_2H_4 . C_2H_5Br + 3C_2H_4ClBr + 1_2O_3.$$

Eben so wenig wie C_2H_4ClBr, hat sich in der beschriebenen Reaction ein Körper von der Zusammensetzung C_4H_9Br gebildet. Es erhellt dies aus dem Folgenden.

Ich habe schon oben erwähnt, daß außer der bei circa 40° siedenden Substanz, die jedenfalls hauptsächlich aus Bromäthyl besteht, noch ein zwischen 150 und 160° destillirendes Product erhalten wurde, für das kein constanter Siedepunkt beobachtet werden konnte. Dasselbe lieferte bei der Analyse folgende Daten:

0·5061 Grm. gaben 0·4488 Grm. Kohlensäure und 0·1884 Grm. Wasser.

0·4979 Gr. Substanz gaben bei der Verbrennung mit Kalk 0·8909 Gr. Silberniederschlag und 0·0101 Grm. Silber.

Um nun die relative Menge von Chlor und Brom in dem Silberniederschlag zu ermitteln, wurde der größte Theil davon in eine Kugelröhre übertragen und durch Behandlung mit trockenem Chlorgas in bekannter Weise in Chlorsilber verwandelt.

0·8828 Grm. des obigen Silberniederschlags lieferten 0·7093 Grm. Chlorsilber.

Hieraus berechnet man, daß in den analysirten 0·4979 Grm. Substanz 0·3207 Grm. Brom und 0·0381 Grm. Chlor enthalten sind.

100 Theile enthalten demnach:

	Gefunden
Kohlenstoff	24·18
Wasserstoff	4·13
Brom	64·41
Chlor	7·65
	100·37

Die Resultate der Analyse zeigen, daß die Substanz keinen Sauerstoff enthält; sie entsprechen keiner plausibeln Formel, stimmen

aber sehr gut für ein Gemenge von 20 Theilen $C_4H_8Br_2$ mit 11 Theilen C_4H_8ClBr, wie folgende Zusammenstellung zeigt:

	Berechnet für			Gefunden
	$C_4H_8Br_2$	C_4H_8ClBr	(20 Th. $C_4H_8Br_2$ + 11 Th. C_4H_8ClBr	
Kohlenstoff	22·22	27·98	24·26	24·18
Wasserstoff	3·70	4·66	4·04	4·13
Brom	74·08	46·65	64·34	64·41
Chlor	0·00	20·70	7·34	7·65

Man kann diese Übereinstimmung nicht für Zufall halten.

Ein Körper von der Zusammensetzung C_4H_9Br, der übrigens auch einen niedrigeren Siedpunkt haben müßte, ist offenbar in der Reaction nicht entstanden. Wenn sonach die Ergebnisse des Versuches dahin führen, die Formel $\left.\begin{matrix} C_2H_4 . C_2H_5 \\ C_2H_4 . Cl \end{matrix}\right\} O$ für Äthylchloräther auszuschließen, so werden anderseits alle erhaltenen Resultate sogleich verständlich, sobald man dem Äthylchloräther die Formel $\left.\begin{matrix} C_2H_3 . Cl . C_2H_5 \\ C_2H_5 \end{matrix}\right\} O$ beilegt. Man kann dann a priori erwarten, daß die Reaction in folgender Weise statt hat:

$$3 \left.\begin{matrix} C_2H_3 . Cl . C_2H_5 \\ C_2H_5 \end{matrix}\right\} O + 2PBr_3 = 3C_2H_3 . C_2H_5 . Cl . Br + 3C_2H_5Br + P_2O_3.$$

Diese Producte sind in der That erhalten worden, nur ist die Reaction dabei nicht stehen geblieben. Das Chlorobromür $C_2H_3 . C_2H_5 . Cl . Br = C_4H_8ClBr$ ist in Wechselwirkung mit Bromäthyl oder vielleicht mit überschüßigem Bromphosphor getreten und hat sein Chlor theilweise gegen Brom ausgetauscht. Dadurch erklärt sich einerseits die Entstehung des Bibromürs $C_4H_8Br_2$, anderseits die Bildung von Chloräthyl, dessen oben als einer wahrscheinlichen Verunreinigung des erhaltenen Bromäthyls gedacht worden ist. Auch die Entstehung von etwas Chlorphosphor aus Bromphosphor durch Austausch von Brom gegen Chlor ist gar nicht unwahrscheinlich, und würde das Auftreten der phosphorigen Säure in dem Waschwasser der flüchtigen Fractionen am besten erklären.

Im Gegensatze zu der Auffassung der Reaction des Bromphosphors auf Äthylchloräther, die in der obigen Gleichung ihren Ausdruck gefunden hat und die mir die richtige scheint, könnte man

vielleicht die Formel $\left.\begin{matrix} C_2H_4 . C_2H_5 \\ C_2H_4 . Cl \end{matrix}\right\} O$ für Äthylchloräther mit den Resultaten des Versuches dadurch in Einklang zu bringen suchen, daß man annimmt, das in der Reaction als Bromäthyl austretende Äthyl sei nicht jenes Äthyl, welches nach der obigen Voraussetzung gleicherweise im Äther-, Bichloräther- und Äthylchloräthermolecül unversehrt enthalten ist, — sondern es sei vielmehr das durch die Einwirkung von Zinkäthyl auf Bichloräther eingeführte Äthyl, das als Bromäthyl austritt. Wenn man das durch Zinkäthyl an die Stelle von Chlor gesetzte Äthyl mit Ae bezeichnet, so könnte man im Sinne dieser Auffassung in folgender Weise von den Resultaten des Versuches Rechenschaft geben:

$$3\left.\begin{matrix} C_2H_4 . Ae \\ C_2H_4 . Cl \end{matrix}\right\} O + 2PBr_3 = P_2O_3 + 3AeBr + 3 \left\{\begin{matrix} C_2H_4Br \\ C_2H_4Cl \end{matrix}\right. .$$

Man wird zugeben müssen daß diese Betrachtungsweise höchst unwahrscheinlich ist. Sie setzt voraus, daß bei einer Einwirkung, die doch zunächst nur dahin geht Sauerstoff durch Brom zu ersetzen, Kohlenstoff von Kohlenstoff losgerissen wird und anderseits wieder Kohlenstoff mit Kohlenstoff in Verbindung tritt. Dennoch, da ich unsere modernen Theorien noch nicht für unfehlbar halte, habe ich geglaubt, auch auf diesen Einwurf eingehen zu müssen. Glücklicherweise ist die Frage durch das Experiment leicht zu entscheiden. Man braucht blos das Phosphortribromür auf Methylchloräther einwirken zu lassen. Erhält man dabei Brommethyl, so folgt daraus, daß jenes Radical als Bromverbindung austritt, das früher mittelst der Zinkverbindung eingeführt worden ist; erhält man hingegen Bromäthyl, so kann dies Äthyl nur eines der im ursprünglichen Äthermolecül enthalten gewesenen Äthylradicale sein, das bei den successiven Umwandlungen des Äthers in Bichlor- und Methylchloräther unverändert geblieben ist.

Einwirkung von Phosphortribromür auf Methylchloräther.

13 Grm. Methylchloräther wurden mit 22 Grm. Phosphortribromür in eine Röhre eingeschmolzen und durch 16 Stunden im Ölbade auf 180° erhitzt. Die Röhre enthielt nun eine bräunliche klare Flüssigkeit und außerdem an den Wänden und am Grunde einen weichen festen Körper ausgeschieden. Es hatte sich kein Gas in der Reaction gebildet. Die klare Flüssigkeit wurde nach dem Öffnen der

Röhre herausgegossen und destillirt, wobei ihr Siedepunkt sich von 40 bis gegen 200° erhob. Als auf die in der Reactionsröhre zurückgebliebene feste Substanz Wasser gegossen wurde, löste sich ein Theil davon auf und gab eine saure bräunliche Lösung, die phosphorige Säure und Bromwasserstoffsäure enthielt. Der im Wasser unlösliche Theil bestand aus einer geringen Menge einer schwarzen kohlenartigen Substanz, die theilweise in Äther und Alkohol, theilweise auch in Kalilauge löslich war, zum größeren Theil aber aus unlöslicher Kohle zu bestehen schien.

Die Flüssigkeit, die aus der Reactionsröhre gegossen und, wie schon erwähnt, destillirt worden war, war dabei vorerst nur in zwei Fractionen getrennt worden. Beide wurden mit Wasser behandelt, wobei sich nur die höher siedende Fraction, die eben noch etwas Bromphosphor beigemengt enthielt, erwärmte. In beiden Waschwässern wurde übrigens phosphorige Säure und Bromwasserstoffsäure nachgewiesen. Außerdem fand man in dem Waschwasser der flüchtigeren Fraction auch etwas Chlorwasserstoffsäure. Es liegt nahe zu vermuthen, daß diese Chlorwasserstoffsäure von etwas Phosphortrichlorür stammt, das in der Reaction aus dem Phosphortribromür entstanden sein mochte (s. S. 36). Beide mit Wasser gewaschenen Fractionen sind schwerer als Wasser und haben einen angenehmen süßlichen Geruch. Nachdem die höher siedende Fraction auch noch mit kohlensaurem Natron, dann wieder mit Wasser gewaschen worden war, wurden beide Fractionen mit Chlorcalcium getrocknet und der fractionirten Destillation unterworfen, wobei nun der Siedpunkt kaum über 140° stieg. Man konnte dadurch zwei Producte, ein bei circa 40° siedendes und ein zwischen 130 und 140° destillirendes isoliren. Das erstere ist offenbar Bromäthyl; doch wurde auch bei der Analyse dieses Produktes, gerade wie früher bei der Einwirkung von Bromphosphor auf Ähylchloräther, einerseits zu viel Kohlenstoff, anderseits ein Chlorgehalt von gegen 9 Proc. gefunden. Ich vermuthe daher, daß auch diesmal das Bromäthyl mit Chloräthyl verunreinigt war. Jedenfalls ist keine Spur von Brommethyl entstanden, noch von einem der Formel C_2H_4ClBr entsprechenden Körper.

Das bei 130—140° siedende Product gab bei der Analyse folgende Resultate:

0·6182 Grm. gaben 0·4715 Grm. Kohlensäure und 0·2025 Grm. Wasser.

0·6424 Grm. lieferten bei der Verbrennung mit Kalk 1·2713 Grm. Silberniederschlag und 0·008 Grm. Silber.

Um die relative Menge von Chlor und Brom in dem Silberniederschlag zu ermitteln, wurde ein gewogener Theil desselben in Chlorsilber verwandelt. Dabei gaben 1·2006 Grm. Silberniederschlag 0·9955 Grm. Chlorsilber. Daraus berechnet man, daß die 0·6424 Grm. Substanz enthalten 0·39437 Grm. Brom und 0·0884 Grm. Chlor.

Die erhaltenen Werthe entsprechen eben so wenig einer möglichen Formel als diejenigen, die bei der Analyse des bei 150—160° siedenden durch Einwirkung von Bromphosphor auf Äthylchloräther gewonnenen Productes erhalten wurden. Ähnlich wie dort entsprechen sie aber sehr gut einem Gemenge von Chlorobromür C_3H_6ClBr und Bibromür $C_3H_6Br_2$, und zwar im Verhältnisse von 100 Theilen des letzteren mit 165 Theilen des ersteren. Man findet für die Zusammensetzung in 100 Theilen:

	Berechnet für			Gefunden
	$C_3H_6Br_2$	C_3H_6ClBr	100 Th. $C_3H_6Br_2$ + 165 Th. C_3H_6ClBr	
Kohlenstoff	17·82	22·85	20·95	20·80
Wasserstoff	2·97	3·81	3·50	3·64
Brom	79·21	50·80	61·52	61·39
Chlor	0·00	22·54	14·03	13·76
	100·00	100·00	100·00	99·59

Die stattgehabte Reaction muß durch folgende Gleichung ausgedrückt werden.

$$3\left.\begin{matrix}C_2H_3.CH_3.Cl\\C_2H_5\end{matrix}\right\}O + 2PBr_3 = 3C_2H_3.CH_3.ClBr + 3C_2H_5Br + P_2O_3.$$

Das Chlorobromür C_3H_6ClBr scheint in Wechselwirkung mit Bromäthyl oder Bromphosphor sein Chlor theilweise gegen Brom ausgetauscht zu haben.

Die bei der Einwirkung von Phosphortribromür auf Methylchloräther erhaltenen Resultate bestätigen vollkommen die früher beim Äthylchloräther gewonnenen. Die dort angeregte Vermuthung, es könnte das mittelst der Zinkverbindung in den gechlorten Äther an die Stelle von einem Atom Chlor eingeführte Alkoholradical unter

dem Einfluß von Bromphosphor als Bromür austreten, wonach dann die Formel $\left.\begin{matrix} C_2H_4 . C_2H_5 \\ C_2H_4 . Cl \end{matrix}\right\} O$ für den Äthylchloräther als zulässig erscheinen würde, ist durch den beschriebenen Versuch mit Methylchloräther entschieden widerlegt. Denn sonst hätte die Reaction im Sinne folgender Gleichung stattfinden müssen:

$$3\left.\begin{matrix} C_2H_4 . Me \\ C_2H_4 . Cl \end{matrix}\right\} O + 2PBr_3 = 3MeBr + 3\left\{\begin{matrix} C_2H_4Br \\ C_2H_4Cl \end{matrix}\right. + P_2O_3.$$

Man hat aber weder CH_3Br noch C_4H_8ClBr in der Reaction erhalten.

Der Umstand, daß in beiden Reactionen, d. i. mit Äthyl- und mit Methylchloräther, das Chlorobromür, dessen Bildung die Theorie voraussehen läßt, mit Bibromür gemengt erhalten worden ist, beeinträchtigt, wie ich glaube, nicht wesentlich die Sicherheit der Schlüsse, die sich aus dem Verlauf der Reactionen auf die Constitution der reagirenden Körper und somit indirect des Bichloräthers ziehen lassen. Man fasse nur die Resultate zusammen, die sich bei der Einwirkung von Phosphortribromür auf Bichloräther, auf Äthylchloräther und auf Methylchloräther ergeben haben, so sieht man sogleich, daß sich in allen drei Reactionen dasselbe flüchtige bei circa 40° siedende Product gebildet hat, das aus Bromäthyl besteht, dem eine chlorhältige Substanz, wahrscheinlich Chloräthyl, beigemischt ist. Außer diesem identischen Product erhält man sonst bei den drei Körpern verschiedene Producte. Bei dem ersten von ihnen erhält man die Zersetzungsproducte von $C_2H_3 . Cl_2Br$, bei dem zweiten ein Gemenge von Chlorobromür und Bibromür des Restes $(C_2H_3 . C_2H_5)''$, bei dem dritten ein Gemenge von Chlorobromür und Bibromür des Restes $(C_2H_3 . CH_3)''$, das daher auch einen entsprechend niedrigeren Siedepunkt als die früher erwähnte homologe Substanz besitzt. Um diesen Thatsachen gerecht zu werden, ohne willkürliche Hypothesen zu machen, ist man veranlaßt den in Rede stehenden Körpern die Constitution beizulegen, die durch die folgenden Formeln ausgedrückt wird:

$$\underbrace{\left.\begin{matrix} C_2H_3 . CH_3 . Cl \\ C_2H_5 \end{matrix}\right\} O}_{\text{Methylchloräther.}} \qquad \underbrace{\left.\begin{matrix} C_2H_3 . C_2H_5Cl \\ C_2H_5 \end{matrix}\right\} O}_{\text{Äthylchloräther.}} \qquad \underbrace{\left.\begin{matrix} C_2H_3Cl_2 \\ C_2H_5 \end{matrix}\right\} O}_{\text{Bichloräther.}}$$

Zu ganz demselben Resultate gelangt man auch durch die Betrachtung einiger andern Thatsachen, die ich hier nur in Kürze

anschließen will. Sie wurden gelegentlich von Untersuchungen über die Einwirkung von Jodwasserstoffsäure auf Biäthyläther und von Wasser auf Bichloräther festgestellt.

Einwirkung von Jodwasserstoffsäure auf Biäthyläther.

Der Biäthyläther ist das Product, das durch Einwirkung von Zinkäthyl auf Äthylchloräther bei höherer Temperatur gewonnen wird. Seine Constitution entspricht offenbar der des Bichloräthers. Es ist nun klar, daß der Biäthyläther, je nachdem ihm die Formel $\left.\begin{matrix} C_2H_4 . C_2H_5 \\ C_2H_4 . C_2H_5 \end{matrix}\right\} O$ oder $\left.\begin{matrix} C_2H_3(C_2H_5)_2 \\ C_2H_5 \end{matrix}\right\} O$ zukömmt, mit Jodwasserstoffsäure ganz verschiedene Producte liefern muß. Man darf voraussetzen, daß im ersten Falle die Reaction nach der Gleichung

$$\left.\begin{matrix} C_2H_4 . C_2H_5 \\ C_2H_4 . C_2H_5 \end{matrix}\right\} O + 2HJ = 2C_2H_4 . C_2H_5 . J + H_2O$$

im zweiten Falle im Sinne der Gleichung

$$\left.\begin{matrix} C_2H_3(C_2H_5)_2 \\ C_2H_5 \end{matrix}\right\} O + 2HJ = C_2H_3(C_2H_5)_2J + C_2H_5J + H_2O$$

verlaufen würde.

Das Experiment hat, wie ich bereits an einem andern Orte [1]) erwähnt habe, zu Gunsten der zweiten Gleichung entschieden. Man erhält nämlich ein Gemenge von C_2H_5J und $C_6H_{13}J$, die sich leicht durch fractionirte Destillation trennen lassen. Ich werde diese Reaction und das dabei erhaltene Product das zweifach äthylirte Jodäthyl genauer beschreiben, sobald ich den Versuch mit größeren Mengen wiederholt haben werde. Für den vorliegenden Zweck genügt es festgestellt zu haben, daß dem Biäthyläther die Formel $\left.\begin{matrix} C_2H_3(C_2H_5)_2 \\ C_2H_5 \end{matrix}\right\} O$ und daher dem Bichloräther die Formel $\left.\begin{matrix} C_2H_3Cl_2 \\ C_2H_5 \end{matrix}\right\} O$ zukömmt, was in Übereinstimmung mit den früher erhaltenen Resultaten steht.

Einwirkung von Wasser auf Bichloräther.

Schon vor 9 Jahren, als ich zuerst den Bichloräther (damals unter dem Namen Monochloräther) darstellte, habe ich auch gleich

---

1) Sitzungsber. d. kais. Akad. d. Wissensch. B. LIV. Juli 1866.

die Einwirkung von Wasser auf diesen Körper untersucht. Die damals erhaltenen unvollständigen Resultate habe ich bereits am Eingange dieser Abhandlung gelegentlich der Eigenschaften des Bichloräthers erwähnt. Kürzlich habe ich diese Untersuchung wieder aufgenommen und obgleich sie noch nicht abgeschlossen ist, will ich doch schon hier ein Resultat mittheilen, das mich überrascht hat und das für die hier aufgeworfene Frage nach der Stellung des Chlors im Bichloräthermolecül von Interesse ist.

Wenn man Bichloräther bei gewöhnlicher Temperatur mit überschüssigem Wasser schüttelt, so löst sich der größte Theil unter Erwärmung und Bildung von Chlorwasserstoffsäure auf. Wenn man dann die klare wässerige Lösung von dem ausgeschiedenen Öl trennt, und sie, nachdem man die freie Säure mittelst Marmor neutralisirt hat, der Destillation unterwirft, so kann man in den ersten Destillationsfractionen durch Zusatz von allerlei Salzen obere Schichten abscheiden. Das so abgeschiedene flüssige Product erwies sich bei genauerer Untersuchung als ein Gemenge von zwei Substanzen, die sich nur schwer vollständig trennen lassen, obgleich sie gar keine Ähnlichkeit mit einander haben und ihre Siedepunkte sehr weit aus einander liegen.

Die eine von ihnen ist chlorhältig; sie ist schwer flüchtig, besitzt einen durchdringenden scharfen Geruch, reducirt ammoniakalische Silberlösung schon bei gewöhnlicher Temperatur, verharzt mit Kali ähnlich wie Aldehyd und ist in Wasser nur wenig löslich.

Die andere ist — Alkohol. Der Alkohol entsteht also aus Bichloräther nicht allein durch Einwirkung von Kali, wie schon früher erwähnt worden ist, sondern auch durch bloße Einwirkung von Wasser, und zwar tritt er als ein Hauptproduct bei dieser Reaction auf. Da man nun nicht wohl annehmen kann, daß durch Einwirkung von Wasser auf Bichloräther bei gewöhnlicher Temperatur eine totale Zerstörung des Molecüls und Umlagerung der Atome eintritt, so wird man zu der Annahme geführt, daß wenigstens die Äthylgruppe schon fertig gebildet in dem Bichloräthermolecül enthalten sein muß, mit andern Worten, man wird zur Verwerfung der Formel $\left.\begin{matrix}C_2H_4Cl\\C_2H_4Cl\end{matrix}\right\}O$ und dagegen zur Annahme der Formel $\left.\begin{matrix}C_2H_3Cl_2\\C_2H_5\end{matrix}\right\}O$ für Bichloräther geführt.

Ich glaube, daß die angeführten Argumente genügend sind, um die Formel $\left.\begin{matrix}C_2H_3Cl_2\\C_2H_5\end{matrix}\right\}O$ für Bichloräther als bewiesen zu betrachten. Damit ist jedoch die Frage nach der Constitution des Bichloräthers noch nicht ganz erledigt. Es bleiben vielmehr für diesen Körper noch drei, für den Äthylchloräther sogar noch vier Formeln als möglich übrig.

Bichloräther.

$$\overset{1.}{\left.\begin{matrix}\left\{\begin{matrix}CHCl_2\\CH_2\end{matrix}\right.\\\left\{\begin{matrix}CH_2\\CH_3\end{matrix}\right.\end{matrix}\right\}O}\qquad\overset{2.}{\left.\begin{matrix}\left\{\begin{matrix}CH_2Cl\\CHCl\end{matrix}\right.\\\left\{\begin{matrix}CH_2\\CH_3\end{matrix}\right.\end{matrix}\right\}O}\qquad\overset{3.}{\left.\begin{matrix}\left\{\begin{matrix}CH_3\\CCl_2\end{matrix}\right.\\\left\{\begin{matrix}CH_2\\CH_3\end{matrix}\right.\end{matrix}\right\}O}$$

Äthylchloräther.

$$\overset{1.}{\left.\begin{matrix}\left\{\begin{matrix}CHClAe\\CH_2\end{matrix}\right.\\\left\{\begin{matrix}CH_2\\CH_3\end{matrix}\right.\end{matrix}\right\}O}\qquad\overset{2.}{\left.\begin{matrix}\left\{\begin{matrix}CH_2Cl\\CHAe\end{matrix}\right.\\\left\{\begin{matrix}CH_2\\CH_3\end{matrix}\right.\end{matrix}\right\}O}\qquad\overset{3.}{\left.\begin{matrix}\left\{\begin{matrix}CH_2Ae\\CHCl\end{matrix}\right.\\\left\{\begin{matrix}CH_2\\CH_3\end{matrix}\right.\end{matrix}\right\}O}\qquad\overset{4.}{\left.\begin{matrix}\left\{\begin{matrix}CH_3\\CClAe\end{matrix}\right.\\\left\{\begin{matrix}CH_2\\CH_3\end{matrix}\right.\end{matrix}\right\}O}$$

Ich hoffe auf experimentellem Wege auch diese weiteren Fragen beantworten zu können und glaube schon heute die erste der für den Bichloräther angeführten Formeln als unwahrscheinlich bezeichnen zu dürfen.

Auffallend bleibt es immerhin, daß das Chlor bei seiner Einwirkung auf den Äther, dessen Molecül wir uns der Formel $\left.\begin{matrix}C_2H_5\\C_2H_5\end{matrix}\right\}O$ entsprechend ganz symmetrisch gebaut denken, gerade nur ein Äthyl angreift und das andere verschont. Man muß sich etwa vorstellen, daß zunächst ein Zwischenproduct, ein wirklicher Monochloräther $\left.\begin{matrix}C_2H_4Cl\\C_2H_5\end{matrix}\right\}O$ entsteht und daß dieser Körper von Chlor leichter angegriffen wird als der Äther selbst, ja daß das Chlor, wie wenn es von Chlor angezogen würde, mit besonderer Leichtigkeit in den bereits chlorhaltigen Atomcomplex eintritt[1]). So allein kann man sich erklären,

[1]) Es ist denkbar, daß ein zwischen an Kohlenstoff gebundenen Wasserstoffatomen liegendes Chlor- oder Sauerstoffatom, das selbst an Kohlenstoff gebunden ist, auf die zunächst liegenden Wasserstoffatome eine Anziehung ausübt. Diese Anziehung

daß der Monochloräther, sobald auch nur eine Spur von ihm entstanden ist, sich sogleich weiter in Bichloräther verwandelt, und man daher auch bei frühzeitigem Unterbrechen der Chloreinwirkung stets nur ein Gemenge von Bichloräther und Äther vorfindet, während das hypothetische Zwischenproduct, der Monochloräther, nicht in merklicher Menge erhalten wird. Die Gegenwart des Sauerstoffes im Molecül macht übrigens bei der Auswahl der zu substituirenden Wasserstoffatome, die das Chlor trifft, gleichfalls seinen Einfluß geltend und ist wahrscheinlich die Ursache, daß nach Bildung des Bichloräthers die Einwirkung des Chlors auf das zweite bisher unangegriffene Äthyl überspringt. Dem Malaguti'schen Quadrichloräther kommt wahrscheinlich die symmetrische Formel $\left.\begin{matrix} C_2H_3Cl_2 \\ C_2H_3Cl_2 \end{matrix}\right\} O$ zu.

---

ist nicht stark genug, um zur Bildung von Chlorwasserstoff resp. Wasser und zur Zerstörung des Molecüls zu führen, macht sich aber doch als eine der Anziehung von Kohlenstoff zum Wasserstoff entgegenwirkende und daher deren Zusammenhang lockernde Kraft geltend. Läßt man nun Chlor auf einen solchen chlor- oder sauerstoffhältigen Körper einwirken, so wird es unter allen an Kohlenstoff gebundenen Wasserstoffatomen, die im Molecül enthalten sind, dasjenige am leichtesten angreifen und substituiren, dessen Verbindung mit dem Kohlenstoff bereits gelokkert ist; dies gilt im Sinne der obigen Vorstellung von den zunächst neben Chlor oder Sauerstoff liegenden Wasserstoffatomen.

Über die Reduction der Barometerstände bei Gefäßbarometern mit veränderlichem Niveau.

Von dem w. M. Dr. C. Jelinek.

Bekanntlich verfertigt Mechaniker Kappeller in Wien Gefäßbarometer, in welchen das Niveau der Quecksilberoberfläche im Gefäße veränderlich ist, so daß bei diesen Instrumenten außer der Temperaturcorrection noch eine zweite, die sogenannte „Niveaucorrection" anzubringen ist, durch welche die erwähnten Änderungen des Niveau's in Rechnung gezogen werden. An der Bodenplatte dieser Barometer findet man deßhalb zwei Zahlen eingravirt, von welchen die erste den sogenannten „neutralen Punkt", d. h. diejenige Lesung darstellt, bei welcher die Niveaucorrection der Nulle gleich ist, die andere Zahl einen Coëfficienten, mit welchem der Unterschied der Ablesung vom neutralen Punkte zu multipliciren ist. Das Product ist die Niveaucorrection, welche für Ablesungen über dem neutralen Punkte positiv, für Ablesungen unter dem neutralen Punkte negativ anzubringen ist.

Die überwiegende Mehrzahl der meteorologischen Beobachtungsstationen in Österreich ist mit solchen Barometern ausgerüstet. Ähnliche Instrumente — von Newman und von Negretti — scheinen in England gebraucht zu werden und bereits im Jahre 1823 hatte Professor Daniel in London ein ähnliches Instrument benützt [1]).

Eine genaue Theorie dieses Barometers scheint bis jetzt nicht gegeben zu sein. Kreil, in seiner „Anleitung zu den meteorologischen Beobachtungen", bringt die Niveaucorrection unmittelbar an die Ablesung an und reducirt hierauf die auf diese Art gewonnenen Stände auf die Normaltemperatur. Baily gibt in der so eben citirten Abhandlung eine Formel, nach welcher sowohl die Temperatur- als

[1]) Description of a new Barometer etc. by Francis Baily, Esq. Memoirs of the Royal Society. Read Nov. 16. 1837.



die Niveaucorrection an die unmittelbar abgelesenen Stände anzubringen ist.

Um den Unterschied beider Verfahrungsweisen klar zu machen, genügt es, die betreffenden Formeln herzusetzen.

Nennt man l die unmittelbare Ablesung in Pariser Linien [1]), t' die Temperatur der Scala, t jene des Quecksilbers in Graden Réaumur

$\alpha = 0\cdot00022523$ den Ausdehnungscoëfficienten des Quecksilbers für 1° R.

$\beta = 0\cdot000023475$ den Ausdehnungscoëfficienten des Messings

n den sogenannten neutralen Punkt der Scala, d. h. eine Constante, für welche gewöhnlich 340 Par. Linien oder 760 Millim. genommen werden, und

c das Verhältniß des Querschnittes des Rohres zu dem Querschnitte des Gefäßes,

so hat man nach Kreil

$$b' = l + c\,(l - n)$$

$$b = \frac{1+\beta\,(t'-13)}{1+\alpha t}\,.\,b'$$

oder

$$\text{(I)} \qquad b = \frac{1+\beta\,(t'-13)}{1+\alpha t}\,.\,l + c\,\frac{[1+\beta\,(t'-13)]}{1+\alpha t}\,(l-n),$$

wobei unter b der reducirte Barometerstand oder der Luftdruck verstanden ist.

Nach Baily ist die Formel zur Reduction folgende:

$$\text{(II)} \qquad b = \frac{1+\beta\,(t'-13)}{1+\alpha t}\,.\,l + c\,(l-n).$$

Wie man sieht, ist bei Aufstellung dieser Formeln nicht untersucht worden, welche der beiden Correctionen früher anzubringen ist. Mit demselben Rechte ließe sich eine von den beiden angeführten verschiedene Formel aufstellen, die auf der Voraussetzung beruhen würde, es sei zuerst die Temperatur- und später die Niveaucorrection anzubringen. Die betreffende Formel würde lauten:

$$\text{(III)} \qquad b = \frac{1+\beta\,(t'-13)}{1+\alpha t}\,.\,l + c\left[\frac{1+\beta\,(t'-13)}{1+\alpha t}\,.\,l - n\right].$$

---

[1]) Es ist sehr leicht alle im Folgenden vorkommenden Formeln für den Fall zu modificiren, wenn Millimètres und Celsiusgrade oder wenn englische Zolle und Fahrenheit'sche Grade abgelesen werden.

Bevor wir zur Ableitung der richtigen Formel schreiten, wird es nothwendig sein, einige Worte über die Construction der Kappeller'schen Gefäßbarometer vorauszuschicken. Die Glasröhre derselben ist oberhalb des Gefäßes durch eine Holzröhre geschützt und in der Nähe des Punktes *a* festgekittet. An die Holzröhre festgeleimt ist die (poröse) hölzerne Deckplatte des Glasgefäßes. Glasröhre und Gefäß befinden sich in einer Messinghülse und es wird das Gefäß mittelst einer unterlegten Korkscheibe durch die Bodenplatte DD' gegen die obere Messingplatte AA' angedrückt. Die früher erwähnte Holzröhre ist übrigens in der Nähe des Punktes *a* festgeschraubt.

Aus dieser Darstellung geht hervor, daß wenn in Folge von Temperaturänderungen eine verschiedene Ausdehnung der Glas- und Messingbestandtheile des Barometers stattfindet, der fixe Punkt des letzteren an der Messingplatte AA' (unterhalb derselben) gesucht werden muß. Da sich das Messing stärker ausdehnt, als das Glas, so wird bei steigender Temperatur die Messinghülse sich vom Punkte *a* an gerechnet ein wenig gegen die Glasröhre nach aufwärts verschieben; unterhalb des Punktes *a* wird die Messinghülse $AA'DD'$ des Gefäßes sich stärker ausdehnen, als das Glasgefäß und es wird daher die Spannung des unterlegten Korkes eine schwächere werden.

Nachdem dies vorausgeschickt worden ist, bezeichnen wir mit γ den Ausdehnungscoëfficienten des Glases; *n* sei der sogenannte neutrale Punkt der Scala.

Man denke sich die Scala (auf der Messinghülse) sowohl, als das Glasrohr und Glasgefäß bei einer bestimmten Normaltemperatur, z. B. von 13°R. Dem Punkte *a* entspreche ein bestimmter Theilstrich der Scala z. B. *a*. Man denke sich nun auf der Glasröhre *a* Längeneinheiten vom Punkte *a* aus nach abwärts aufgetragen, so erhält man einen Punkt *c*, der uns den Nullpunkt der Scala vorstellen soll. Bei derselben Normaltemperatur (z. B. von 13°R.) sei die Entfernung [1]) des Nullpunktes *c* vom Boden des Glasgefäßes *d* gleich *e*.

Es ist nun einleuchtend, daß bei der Normaltemperatur die Längen

[1]) Man kann der Einfachheit wegen sich die Glasröhre bis an den Boden des Gefäßes reichend denken, obgleich dies in der Wirklichkeit nicht der Fall ist.



$$nc = na + ac = n$$
$$nd = nc + cd = n + e$$

sein werden. Bei einer anderen Temperatur t' jedoch werden diese Längen folgende Werthe annehmen:

$$na = (n-a)\,[1+\beta\,(t'-13)]$$
$$ac = a\,[1+\gamma\,(t'-13)],$$
$$cd = e\,[1+\gamma\,(t'-13)]$$

und

$$ad = (a+e)\,[1+\gamma\,(t'-13)].$$

Gesetzt nun, bei einem gewissen Luftdrucke b und bei einer Temperatur des Quecksilbers gleich t, reiche die Oberfläche des Quecksilbers in der Röhre bis l, einem Theilstriche l entsprechend, im Gefäße bis c'.

Die Höhe der Quecksilbersäule ld in der Glasröhre bezeichnen wir mit H, dieselbe wird gegeben durch den Ausdruck

(1) $$H = ld = la + ad = (l-a)\,[1+\beta(t'-13)] + (a+e)[1+\gamma(t'-13)].$$

Nennt man $x = cc'$ die Entfernung des Niveau's vom Nullpunkte c gemessen an der Glasröhre bei der Normaltemperatur von 13 R, so wird diese Entfernung für eine andere Temperatur t'

$$cc' = x\,[1+\gamma(t'-13)]$$

sein. Die Höhe $c'd$ des Quecksilbers im Gefäße, welche wir h nennen wollen, wird sein:

(2) $$h = c'd = cd - cc' = (e-x)\,[1+\gamma\,(t'-13)].$$

Hätte das Quecksilber die Temperatur 0° R, so wäre der Luftdruck gleich $H-h$. Besitzt aber das Quecksilber die Temperatur t, so ist der Luftdruck b

(3) $$b = \frac{H-h}{1+\alpha t}.$$

In dieser Formel hängt die Größe h von der Unbekannten x ab. Um x zu bestimmen, gehen wir von der Betrachtung aus, daß das in dem Barometer enthaltene Quantum Quecksilber ein unveränderliches ist. Nennt man:

D den inneren Durchmesser des Glasgefäßes,
d' „ äußeren „ der Glasröhre,
d „ inneren „ „ „ sämmtlich bei der Normaltemperatur von 13°,
s das specif. Gewicht des Quecksilbers bei der Temperatur 0°,

so ist das Gewicht des in der Röhre [1]) enthaltenen Quecksilbers, wenn dieselbe die Temperatur t' besitzt

$$\frac{1}{4}\pi d^2[1+\gamma(t'-13)]^2 . H . \frac{s}{1+\alpha t},$$

das Gewicht des Quecksilbers im Gefäße

$$\frac{1}{4}\pi (D^2-d'^2)[1+\gamma(t'-13)]^2 . h . \frac{s}{1+\alpha t},$$

somit das Gesammtgewicht

$$\frac{1}{4}\pi \frac{[1+\gamma(t'-13)]^2 s}{1+\alpha t}[d^2H+(D^2-d'^2)h] = C, \tag{4}$$

wo C eine Constante bedeutet.

Diese Formel (4) gilt für alle Fälle, also auch dann, wenn wir den besondern Fall im Auge haben, wo die Temperatur der Scala und der Glasbestandtheile gleich 13°, jene des Quecksilbers gleich 0° und der Luftdruck $= n$ ist.

In diesem Falle hat man

$$\begin{aligned} 1+\gamma(t'-13) &= 1 \\ 1+\alpha t &= 1 \\ H = nd &= n+e \\ h = cd &= e, \end{aligned}$$

somit

$$\frac{1}{4}\pi s[d^2(n+e)+(D^2-d'^2)e] = C \tag{5}$$

und wenn man der Kürze wegen

$$c = \frac{d^2}{D^2-d'^2} \tag{6}$$

setzt, wo c die im Eingange angegebene Bedeutung hat, so folgt aus beiden Gleichungen (4) und (5)

$$[1+\gamma(t'-13)]^2 . \left(\frac{h+cH}{1+\alpha t}\right) = e+c(n+e)$$

oder

$$\frac{h}{1+\alpha t} = -\frac{cH}{1+\alpha t} + \frac{e+c(n+e)}{[1+\gamma(t'-13)]^2}. \tag{7}$$

---

[1]) Wir nehmen immer noch an, daß die Glasröhre bis an den Boden des Gefäßes herabreiche. Der Fehler, der bei dieser Annahme begangen wird, ist wohl ganz unmerklich.

Substituirt man diesen Werth in die Gleichung (3), so findet man den der Ablesung l bei der Temperatur t' der Scala und der Röhre[1]) und der Temperatur t des Quecksilbers entsprechenden Luftdruck

$$b = \frac{(1+c)H}{1+\alpha t} - \frac{[cn+(1+c)e]}{[1+\gamma(t'-13)]^2} \tag{8}$$

oder auch

$$b = \frac{H}{1+\alpha t} - \frac{e}{\left[1+\gamma(t'-13)\right]^2} + c\left[\frac{H}{1+\alpha t} - \frac{(n+e)}{\left[1+\gamma(t'-13)\right]^2}\right], \tag{9}$$

in welche Formeln der Werth von H aus (1) zu substituiren ist.

Es wird wohl immer erlaubt sein, in Formel (1) $a = o$ zu setzen, d. h. den fixen Punkt des Barometers in den Nullpunkt der Scala zu versetzen. Man thut hier nichts anderes, als was bisher bei allen Barometern mit Fortin'scher Einrichtung geschieht, wo gleichfalls für die kurze Elfenbeinspitze statt der Ausdehnung des Elfenbeins jene der Messingscale genommen wird. Im Durchschnitte fand sich der Werth von a bei mehreren solchen Barometern gleich 14‴6 (33 Millimètres).

Der Fehler, den man durch die erwähnte Vernachlässigung begeht ist somit gleich

$$-\frac{a(\beta-\gamma)(t'-13)}{1+\alpha t},$$

oder unter den Annahmen

$$a = 14'''6 \qquad \beta = 0\cdot000023475 \qquad \gamma = 0\cdot00001147$$

für $t = t' = -6°$ gleich $+0'''0033$

„ $t = t' = +24$ „ $-0\cdot0019$.

Unter dieser Voraussetzung lautet die Formel (1) einfacher so:

$$H = l\left[1+\beta(t'-13)\right] + e\left[1+\gamma(t'-13)\right]. \tag{10}$$

Vernachlässigt man die zweiten Potenzen der sehr kleinen Größen α und γ und setzt

$$b' = \frac{l\left[1+\beta(t'-13)\right]}{1+\alpha t} - e\left[\alpha t - 3\gamma(t'-13)\right], \tag{11}$$

[1]) Die Formeln lassen sich sehr leicht für den Fall modificiren, in welchem die Temperaturen der Scala und der Glasröhre verschieden sind.

so ergibt sich der Luftdruck b aus der Formel:

$$b = b' + c\,(b' - n). \tag{12}$$

In dieser letzten Formel ist an die Stelle von

$$\frac{cn}{[1+\gamma(t'-13)]^2}$$

einfach cn gesetzt worden. Der Fehler, den man hiebei begeht, ist

$$2cn\gamma\,(t'-13).$$

Setzt man

$$c = 0\cdot06 \qquad n = 336^{\prime\prime\prime}905 \qquad \gamma = 0\cdot00001147,$$

so beträgt der Fehler:

bei $t' = -6$ $\quad -0^{\prime\prime\prime}0088$
„ $t' = +24$ $\quad +0\cdot0051$,

also in beiden extremen Fällen kein Hundertel einer Linie. In der Formel (11) bedeutet das erste Glied

$$\frac{l\left[1+\beta\,(t'-13)\right]}{1+\alpha t}$$

die wegen der Temperatur corrigirte Ablesung. Man sieht also, daß die von uns abgeleiteten Formeln (11) und (12) mit der unter III angeführten am meisten übereinstimmen. Der einzige Unterschied besteht darin, daß zu dem Gliede $\frac{l\left[1+\beta(t'-13)\right]}{1+\alpha t}$ der Formel III noch ein Glied $-e\left[\alpha t - 3\gamma\,(t'-13)\right]$, gewissermaßen als Correction hinzutritt. Was den Werth dieses Gliedes anbelangt, so ergibt sich derselbe unter der Annahme $e = 35^{\prime\prime\prime}4$ (80 Millim.), welcher Werth als durchschnittlicher durch Messungen an einigen solchen Barometern gefunden worden ist,

für $t = t' = -6$ $\quad$ gleich $+0^{\prime\prime\prime}025$
„ $t = t' = +24$ $\quad$ „ $-0\cdot178$,

ist also in keinem Falle zu vernachlässigen.

Um die vollständige Reduction der Kappeller'schen Gefäßbarometer mit veränderlichem Niveau nach den oben abgeleiteten Formeln:

$$(\mathrm{IV})\quad \begin{cases} b' = \dfrac{l\left[1+\beta(t'-13)\right]}{1+\alpha t} - e\left[\alpha t - 3\gamma(t'-13)\right] \text{ und} \\ b = b'+c(b'-n) \end{cases}$$

ausführen zu können, ist die Kenntniß nicht blos der Größen n und c, welche — wie bereits erwähnt — auf der Bodenplatte des Barometers eingravirt sind, sondern auch jene der Größe e (Höhe des Gefäßes vom Nullpunkte der Theilung bis zum Boden) und des Ausdehnungscoëfficienten γ des Glases erforderlich. Die Größe e wird mit einem für den vorliegenden Zweck hinreichenden Grad der Genauigkeit gefunden, wenn man mit einem Maßstabe die Entfernung irgend eines Theilstriches l vom Boden des Gefäßes mißt. Die Länge, die man auf diese Weise erhält, ist $l+e$; da l bekannt ist, so ergibt sich daraus e. Was endlich den Ausdehnungscoëfficienten γ des Glases anbelangt, so ist derselbe allerdings für verschiedene Glassorten ziemlich verschieden, indessen ist γ an sich klein und kann die in dem dafür angenommenen Werthe zurückbleibende Unsicherheit keinen merklichen Einfluß auf das Resultat haben.

XXVII. SITZUNG VOM 14. NOVEMBER 1867.

Herr Jos. M. Šolin, Assistent der descriptiven Geometrie am Polytechnikum zu Prag, übersendet eine Abhandlung: „Über die Normalfläche zum dreiaxigen Ellipsoide längs einer Ellipse eines Hauptsystems".

Herr Prof. Dr. V. v. Lang überreicht eine Notiz, betreffend die „Messung des Anorthits aus dem Meteorstein von Juvenas".

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Academy of Sciences, the National, Washington: Memoirs. Vol. I. Washington, 1866; 4°.
— of Natural Sciences of Philadelphia: Journal. New Series. Vol. VI, Pars I. Philadelphia, 1866; 4°. — Proceedings. 1866. Philadelphia; 8°.
— The American, of Arts and Sciences: Proceedings. Vol. VII. Sign. 13—23. 8°.
Annalen der Chemie und Pharmacie von Wöhler, Liebig & Kopp. N. R. Band LXVIII, Heft 1; Leipzig & Heidelberg, 1867; 8°.
Astronomische Nachrichten. Nr. 1666. Altona, 1867; 4°.
Breslau, Universität: Akademische Gelegenheitsschriften 1866/67. 4° & 8°.
Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LXV, Nr. 18. Paris, 1867; 4°.
Cosmos. 3e Série. XVIe Année, Tome I, 6e Livraison. Paris, 1867; 8°.
Essex Institute: Proceedings. Vol. IV, Nr. 1—8; Vol. V, Nr. 1—2. Salem, 1866 & 1867; 8°. — The Naturalists' Directory. Part I. Salem, 1865; 8°.

Gesellschaft, Fürstlich Jablonowskische, zu Leipzig: Untersuchung der metamorphischen Gesteine der Lunzenauer Schieferhalbinsel. Gekrönte Preisschrift von J. Fikenscher. Leipzig, 1867; 4°.

Gewerbe-Verein, n.-ö.: Verhandlungen und Mittheilungen. XXVIII. Jahrg. Nr. 25. Wien, 1867; 8°.

Jahrbuch, Neues, für Pharmacie und verwandte Fächer von Vorwerk. Band XXVIII, Heft 4. Speyer, 1867; 8°.

Land- und forstwirthschaftl. Zeitung. 17. Jahrg., Nr. 45. Wien, 1867; 4°.

Leyden, Universität: *Annales Academici. MDCCCLXII—MDCCCLXIII. Lugduni-Batavorum*, 1866; 4°.

Lyceum of Natural History of New York: Annals. Vol. VIII, Nr. 11—14. New York, 1866—1867; 8°.

Moniteur scientifique. 261° Livraison. Tome IX°, Année 1867. Paris; 4°.

Museum of Comparative Zoology in Cambridge: Annual Report. 1866. Boston, 1867; 8°.

— of the Geological Survey of India: Memoirs: Vol. V, Part 3. — Annual Report. 1865—66. — Catalogue of the Organic Remains belonging to the Cephalopoda. — Catalogue of the Meteorites. Calcutta, 1866; kl. 4°.

Naval Observatory, U. St.: Astronomical Observations made during the Years 1851 and 1852. Washington, 1867; 4°.

Radcliffe Observatory: Astronomical and Meteorological Observations in the Year 1864. Oxford, 1867; 8°.

Reise der österr. Fregatte Novara um die Erde. Geologischer Theil. II. Band. Wien, 1866; 4°. — Anthropologischer Theil, II. Abtheilung: Körpermessungen. Von Dr. A. Weisbach. Wien, 1867; 4°.

Revue des cours scientifiques et littéraires de la France et de l'étranger. IV° Année, Nr. 50. Paris, 1867; 4°.

Smithsonian Institution: Annual Report. 1865. Washington, 1866; 8°. — Smithsonian Miscellaneous Collections. Vol. VI & VII. Washington, 1867; 8°. — Pumpelly, Raph., Geological Researches in China, Mongolia, and Japan during de Years 1862 to 1865. Washington, 1866; 4°. — Whittlesey,

Charles, On the Fresh-Water Glacial Drift of the Northwestern States. Washington, 1866; 4°.

Società dei Naturalisti in Modena: Annuario. Anno II. Modena, 1867; 8°.

Society, The Boston, of Natural History: Memoirs. Vol. I, Parts 1 & 2. Boston, 1866 & 1867; 4°. — Proceedings. Vol. X, Sign. 19— end; Vol. XI, Sign. 1—6. Boston; 8°. — Annual Reports. 1866. Boston; 8°.

— The Zoological, of London: Proceedings. 1866. Parts I—III. London; 8°. — Transactions. Vol. VI, Parts 1—3. London, 1866 & 1867. 4°.

Wiener medizin. Wochenschrift. XVII. Jahrg. Nr. 90—91. Wien, 1867; 4°.

Wochen-Blatt der k. k. steierm. Landwirthschafts-Gesellschaft. XVI. Jahrg. Nr. 23. Gratz, 1867; 4°.

Würzburg, Universität: Akademische Gelegenheitsschriften. 4° & 8°.

XXVIII. SITZUNG VOM 28. NOVEMBER 1867.

Der Secretär legt folgende eingesendete Abhandlungen vor:

„Die natürliche Familie der Igel *(Erinacei)* nach dem gegenwärtigen Stande der Wissenschaft", von Herrn Dr. L. Fitzinger.

„Beweis des Lehmann'schen Satzes über das Rückwärtseinschneiden mit einem Fehlerdreiecke", von Herrn Anton Schell, Professor der Geodäsie und descriptiven Geometrie am baltischen Polytechnikum zu Riga.

Herr Gustav Hinrichs, Professor der Physik, Chemie und Mineralogie an der Staats-Universität zu Jowa-City, übersendet ein autographirtes Werk, betitelt: „Atomechanik oder die Chemie eine Mechanik der Panatome", nebst einigen Exemplaren eines englischen Résumé dieses Werkes aus dem *American Journal of Mining*.

Herr Director J. Stefan übergibt eine Abhandlung des Herrn Emil Weyr, Hörers am Polytechnikum zu Prag: „Ein Beitrag zur Theorie transversal-magnetischer Flächen."

Herr Director K. Jelinek überreicht eine Abhandlung: „Die Temperaturverhältnisse der Jahre 1848—1863 durch fünftägige Mittel dargestellt."

Herr Dr. Ew. Hering, Professor an der k. k. Josephs-Akademie, legt eine Abhandlung: „Zur Lehre vom Leben der Blutzellen" vor.

Herr Dr. Ludw. Boltzmann, Assistent am k. k. physikalischen Institute, überreicht eine Abhandlung: „Über die Anzahl der Atome in den Gasmolecülen und die innere Arbeit in Gasen."

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Academia, Real, das Sciencias de Lisboa: Jornal. Nr. II. Março, 1867. Lisboa; 8°.

Academy, The Californian of Natural Sciences: Proceedings. Vol. III, Parts 2 & 3. San Francisco, 1864 & 1866; 8°.

Akademie, Südslavische, zu Agram: Schriften. I. Band. Agram, 1867; 8°. — V. Jagić, Geschichte der kroatisch-serbischen Literatur. I. Band. Agram, 1867; 8°.

Apotheker-Verein, allgem. österr.: Zeitschrift. 5. Jahrg. Nr. 19 & 22. Wien, 1867; 8°.

Astronomische Nachrichten. Nr. 1667—1668. Altona, 1867; 4°.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LXV, Nr. 19—20. Paris, 1867; 4°.

Cosmos. 3me Série. XVIe Année, Tome I, 7e—8e Livraisons. Paris, 1867; 8°.

Dawson, W., Comparisons of the Icebergs of Belle-Isle with the Glaciers of Mont Blanc. 8°.

De la Rive, A., Notice sur Michel Faraday, sa vie et ses travaux. Genève, 1867; 8°.

Dienger, J., Grundriß der Variationsrechnung. Braunschweig, 1867; 8°.

Ferdinandeum für Tirol und Vorarlberg: Zeitschrift. III. Folge. XIII. Heft. (Nebst XXXI. Bericht.) Innsbruck, 1867; 8°.

Force, Peter, The National Calendar and Annals. Vol. II, IV — XII. Washington, 1821—1834; kl. 8°.

Gesellschaft, Senckenbergische Naturforschende: Abhandlungen. VI. Band, 3. & 4. Heft. Frankfurt a/M., 1867; 4°.

Gewerbe-Verein, n.-ö.: Verhandlungen und Mittheilungen. XXVIII. Jahrg. Nr. 26—27. Wien, 1867; 8°.

Harvard College: Annals of the Astronomical Observatory. Vol. II, Part 2, & Vol. V. Cambridge, 1867; 4°. — Akademische Gelegenheitsschriften. 1852—1867; 8°.

Hauchecorne, C., Carte générale des chemins de fer de l'Europe. Bruxelles, 1867. (9 Blätter in gr. Folio.)

Hinrichs, Gustav, Atomechanik oder die Chemie eine Mechanik der Atome. Jowa-City, 1867; 4°.

Land- und forstwirthschaftl. Zeitung. 17. Jahrg. Nr. 46—47. Wien, 1867; 4°.

Lea, Isaac, Observations on the Genus Unio. Vol. XI. (Journ. of the Acad. of. Nat. Sc. of Philadelphia.) 4°. — Tables of the Rectification of Mr. T. A. Conrad's „Synopsis of the Family of Naïades of North America.“ Philadelphia, 1866; 8°.

Loomis, William Isaacs, The Yankee Astronomers Manner of Determining the Real Diameters of the Heavenly Bodies. (1 Bl. in Folio.)

Lotos. XVII. Jahrgang. October 1867. Prag; 8°.

Maelen, Ph. Van der, Plan de la ville et des environs de Bruxelles. (20 feuilles in folio.)

Mittheilungen aus J. Perthes' geographischer Anstalt. Jahrg. 1867. XI. Heft, nebst Ergänzungsheft Nr. 22. Gotha; 4°.

Moniteur scientifique. 262e Livraison. Tome IXe Année 1867. Paris; 4°.

Revue des cours scientifiques et littéraires de la France et de l'étranger. IVe Année, Nr. 51—52. Paris, 1867; 4°.

Society, The New York State Agricultural: Transactions for the Year 1865. Albany; 8°. — Address, by John Stanton Gould. Albany, 1867; 8°.

Tageblatt der 41. Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte in Frankfurt a/M. 1867. Frankfurt a/M. 4°.

Tillmann, S. D., New Chemical Nomenclature. Albany, 1866; 8°.

Wiener medizin. Wochenschrift. XVII. Jahrg. Nr. 92—95. Wien, 1867; 4°.

Wochen-Blatt der k. k. steierm. Landwirthschafts-Gesellschaft. XVI. Jahrg. Nr. 24. Gratz, 1867; 4°.

Zeitschrift des österr. Ingenieur- und Architekten-Vereins. XIX. Jahrgang. 10. Heft. Wien, 1867; 4°.

Zürich, Universität: Akademische Gelegenheitsschriften aus den Jahren 1865—1866; 4° & 8°.

Ein Beitrag zur Theorie transversal-magnetischer Flächen.

Von **Emil Weyr,**
ord. Hörer am Polytechnikum zu Prag.

I.

In der mathematischen Entwicklung der Theorie des Magnetismus nach Ampère behandelt ein Abschnitt den Zusammenhang elektrischer Ströme und transversal-magnetischer Flächen. Das Ergebniß der diesen Abschnitt ausmachenden Untersuchungen läßt sich in Form eines Satzes auf folgende Weise ausdrücken:

„Eine transversal-magnetische Fläche ist der Wirkung nach äquivalent einem ihre Begrenzung umfließenden Strome."

Der Zweck vorliegender Abhandlung ist nun zunächst nachzuweisen, daß der obige Satz allgemein nicht giltig sei. Ob Ampère den Satz als allgemein wahr oder aber nur unter gewissen Einschränkungen als giltig angesehen haben wollte, konnte ich unmittelbar aus seinen Schriften nicht ersehen, weil ich trotz aller Mühe nicht im Stande war, mir seine diesen Gegenstand betreffenden Arbeiten (Mémoir. de l'Acad. vom Jahre 1823, worin sich Ampère's Mémoire sur la théorie mathématique des phénomènes etc. vorfindet; überdies die Théorie des phénomènes électrodynamiques. Paris et Bruxelles, 1826) zu verschaffen. Es blieb mir also nichts übrig, als andere denselben Gegenstand unter dem Titel: „Ampère'sche Theorie" behandelnden Werke zu Rathe zu ziehen; ein solches, den Gegenstand umständlich und, wie sich aus dem Wortlaute vermuthen läßt, die Ansichten Ampère's getreu wiedergebendes Werk ist Karsten's Encyklopädie der Physik XIX. Band, bearbeitet von Dr. v. Feilitzsch, die Nummern III, IV, V, pag. 711.

Der Verfasser dieses Bandes, Herr Dr. v. Feilitzsch, führt die Untersuchung in der Art, daß er die Fernwirkungscomponenten einer transversal-magnetischen Fläche bestimmt und die als Resultate auftretenden Doppelintegrale auf einfache Integrale reducirt,

welche sich über die Begrenzungscurve der Fläche erstrecken. Diese letzteren sind dann identisch mit jenen, welche die Fernwirkungscomponenten desjenigen Stromes darstellen, der die genannte Curve durchfließt.

Es wird nämlich gefordert, sich zwei Flächen zu denken, welche dieselbe Begrenzungscurve haben und dennoch in allen Punkten von einander einen und denselben unendlich kleinen Abstand besitzen.

Diese zwei Anforderungen sind aber mit einander unmöglich vereinbar; denn es ist anders nicht möglich, als daß beide Flächen bei durchaus gleichem Abstande für sich eine eigene Begrenzungscurve aufweisen. Wird der Abstand beider Flächen unendlich klein, so wird es auch jedenfalls jener ihrer Begrenzungslinien sein. Ferner wird gefordert, daß die beiden Flächen in, sich paarweise entsprechende, gleich große Elemente getheilt werden, was offenbar nur dann möglich wäre, wenn beide Flächen dieselbe Größe hätten. Der Unterschied der Flächengrößen ist jedenfalls nur unendlich klein, ihn zu vernachlässigen, ist hier jedoch deshalb unstatthaft, weil die gesuchten Fernwirkungscomponenten selbst unendlich klein sind. Kurz, der begangene Fehler besteht darin, daß nicht die nöthige Rücksicht auf den Umstand genommen wurde, daß bei dem Übergange von einer Fläche zu der unendlich nahen die Größe der Fläche im Allgemeinen eine Änderung erfahre.

Es mag nun noch auf: „Beer, Einleitung in die Elektrostatik und die Lehre vom Magnetismus“ hingewiesen werden [1]). Beer geht bei der Behandlung desselben Gegenstandes von einem Elementarstrome aus. Nachdem er erwiesen hat, daß man einen ebenen Elementarstrom durch eine transversal-magnetische Scheibe von verschwindend kleiner Dicke ersetzen könne, schreitet er zur Bestimmung des Potentials eines endlichen geschlossenen Stromes. Zu diesem Zwecke legt er durch den Strom irgend eine Fläche, deren Begrenzung der Strom bildet und zerlegt sie in ebene Flächenelemente; jedes derselben denkt er sich von einem Strome umflossen, welcher mit dem gegebenen dieselbe Richtung und dieselbe Intensität besitzt, so daß dann dieses System von Elementarströmen der Wirkung nach gleich ist dem endlichen geschlossenen Strome.

---

1) Pag. 286.

Diese Elementarströme ersetzt er nun durch transversal-magnetische Scheiben von gleicher und verschwindend kleiner Dicke, welche in ihrer Gesammtheit eine transversal-magnetische Fläche bilden sollen. Da auf diese Art der Strom durch eine magnetische Doppelfläche ersetzt wäre, so müßte das Potential jenes gleich sein dem Potentiale dieser.

Gegen diesen Vorgang ist Folgendes einzuwenden: Erstens läßt sich keine krumme Fläche in ebene Elemente zerlegen; denn dies könnte nur dann zugegeben werden, wenn die Vernachlässigung des Unterschiedes zwischen dem krummen Flächenelemente und dem ihm substituirten ebenen auf das endliche Resultat, wie etwa bei der Complanation, keinen Einfluß hat. Da jedoch in dem vorliegenden Falle das zu erwartende Resultat, nämlich die Fernwirkungscomponenten der transversal-magnetischen Fläche selbst unendlich klein sind, so kann eine derartige Vernachlässigung hier nicht Platz greifen.

Zweitens würde ja die eine Hälftengruppe der an die Stelle der Elementarströme gesetzten transversal-magnetischen Scheiben kein continuirliches System bilden, wovon man sich leicht durch eine einfache Zeichnung überzeugen kann.

Daß jedoch trotz der, hier unstatthaften Voraussetzungen das von Beer entwickelte Potential des elektrischen Stromes vollkommen richtig ist, ersieht man leicht daraus, daß, wenn man die Componenten der Fernwirkung entwickelt und die Doppelintegrale in einfache auflöst, dieselben die bekannte Form annehmen.

Es scheint auf den ersten Blick befremdend und wird auch gegen meine Einwendungen sprechen, daß auf Grund einer fehlerhaften Betrachtung ein richtiges Resultat erzielt wurde. Der Grund davon liegt aber einfach darin, daß Beer von dem Ergebniß ausgeht, die transversal-magnetische Fläche dem Strome substituiren zu dürfen (was, wie ich gleich zeigen werde, nicht angeht) und dann das Potential dieser Fläche sucht, wobei er jedoch wieder den Fehler begeht, auf die Flächenvariation nicht Rücksicht zu nehmen. Aus dieser fehlerhaften Benützung eines fehlerhaften Vordersatzes resultirte ein richtiger Nachsatz.

Man kann jedoch dasselbe Resultat auf einem von der Betrachtung transversal-magnetischer Flächen ganz unabhängigen Wege finden, wenn man nämlich den Begriff eines Elementarstromes dahin

erweitert, daß derselbe nicht eben zu sein braucht. Bestimmt man die magnetische Fernwirkung eines nicht ebenen Elementarstromes, so wird man finden, daß sich ihre Componenten als Differentialquotienten einer Function (des Potentials) nach den drei Coordinaten darstellen lassen. Denkt man sich dann auf dieselbe Weise wie Beer einen endlichen Strom durch ein continuirliches System, jedoch nicht ebener Elementarströme ersetzt und addirt deren Potentiale, so erhält man für das Potential des Stromes den Ausdruck:

$$-\int \frac{df \cdot t}{r^3},$$

welcher mit dem in Beer vorkommenden vollständig übereinstimmt, wenn nur unter t das Perpendikel verstanden wird, welches von dem Punkte, auf den sich das Potential bezieht, auf die in df gezogene Tangentialebene gefällt ist.

Der Schluß der Nummer III im 19. Bande der anfangs erwähnten Encyklopädie (Seite 715) ist es, welcher in mir den Zweifel über die Allgemeinheit des Satzes von der Äquivalenz elektrischer Ströme und transversal-magnetischer Flächen aufsteigen ließ. Diese Stelle lautet: „Eine ringsum geschlossene Oberfläche also, welche außen z. B. gleichmäßig nordpolarisch und innen gleichmäßig südpolarisch magnetisirt wäre, würde weder anziehend noch abstoßend auf ein entferntes magnetisches Theilchen wirken."

In der That, denkt man sich eine geschlossene transversalmagnetische Fläche durch einen Schnitt in zwei Theile zerlegt, so könnte jeder von ihnen durch einen Strom ersetzt werden, welcher die geschlossene Schnittcurve durchfließt. Da diese zwei Ströme gleiche Intensität, aber entgegengesetzte Richtung erhalten müßten, so ist klar, daß ihre Gesammtwirkung, also auch jene der geschlossenen Transversalfläche gleich Null wäre.

Dies vorausgeschickt, denke man sich eine geschlossene Fläche F gleichmäßig etwa mit Nordmagnetismus von der Dichte s belegt, und construire dann die Flächen $F_1, F_2, F_3, \ldots F_{n-1}, F_n$ so, daß jede von ihnen zu beiden Nachbarflächen in einem unendlich kleinen Abstande parallel verläuft und z. B. die vorhergehende Fläche einschließt, so daß auf diese Weise F_1 die zu F unendlich nahe auf der Außenseite verlaufende Parallelfläche ist. Die letzte, äußerste Fläche F_n belege man gleichmäßig mit Südmagnetismus, ebenfalls

von der Dichte s. Die zwischen F und F_n liegenden Flächen belege man jede sowohl mit Nord- als auch mit Südmagnetismus von derselben Dichte s.

Offenbar wird sich die Gesammtwirkung aller Flächen auf jene von F und F_n reduciren, da jede der Flächen F_1, $F_2 \dots F_{n-1}$ für sich nach außen die Wirkung Null aufweist. Combinirt man jedoch die (—) Belegung einer dieser Flächen mit der (+) Belegung der vorhergehenden von ihr umschlossenen, so erhält man ein System von transversal-magnetischen Flächen (FF_1) $(F_1F_2), \dots (F_{n-1}F_n)$.

Nun soll nach dem anfangs angeführten Satze die Wirkung einer geschlossenen transversal-magnetischen Fläche Null sein. Es wäre also jede von den vorhergenannten magnetischen Doppelflächen von der Wirkung Null, daher wäre auch die Wirkung des ganzen Flächensystems Null oder, was dasselbe ist: es müßte die mit (+) Magnetismus belegte Fläche F die Wirkung der mit (—) Magnetismus belegten Fläche F_n aufheben; was im Allgemeinen unmöglich ist, da man ja doch die Fläche F_n bis ins Unendliche versetzen kann, in welchem Falle ihre Wirkung verschwindet.

Aus dieser einfachen Betrachtung geht deutlich hervor, daß man den mehrerwähnten Satz allgemein nicht gelten lassen könne.

Es soll nun in dem folgenden Abschnitte die Fernwirkungsweise einer transversal-magnetischen Fläche untersucht und gezeigt werden, wann sie einem Strome äquivalent sei und schließlich, wie eine beliebige Doppelfläche mit Magnetismus belegt werden müsse, um der Wirkung nach mit einem ihre Begrenzung umfließenden Strome identisch zu sein.

Des Zusammenhanges sowohl, als auch des Verständnisses halber mag es mir erlaubt werden, eine kurze Betrachtung solcher Doppelflächen vorauszuschicken.

II.

Es sei eine geschlossene oder von der geschlossenen Curve S begrenzte Fläche F gegeben. In sämmtlichen Punkten derselben denke man sich die gleichsinnigen Normalen errichtet und auf diese von der Fläche aus das constante, sonst jedoch willkürliche Stück N aufgetragen. Man erhält dadurch auf jeder Normale einen Punkt, welche Punkte in ihrer Gesammtheit eine neue Fläche F_1 bilden,

welche entweder geschlossen oder von der geschlossenen Curve S_1 begrenzt ist, je nachdem F geschlossen oder von der geschlossenen Curve S begrenzt war. Die Punkte von F_1 haben von F den constanten Abstand N.

Wir wollen der Kürze halber den Punkt a_1 der Fläche F_1, welcher durch obige Construction aus dem Punkte a der Fläche F entstanden ist, den dem Punkte a entsprechenden a_1 nennen. Die Gerade $\overline{aa_1}$ ist also eine Normale zu F.

Bezeichnet man mit x, y, z die Coordinaten von a, mit $x_1 y_1 z_1$ jene von a_1, so wie mit λ, μ, ν die Richtungswinkel von $\overline{aa_1}$, so hat man:

$$(1) \qquad \left.\begin{aligned} x_1 &= x + N\cos\lambda \\ y_1 &= y + N\cos\mu \\ z_1 &= z + N\cos\nu \end{aligned}\right\}$$

Die cosinus von λ, μ und ν sind Functionen von x, y, z. Wenn man daher aus (1) die x, y, z durch die x_1, y_1, z_1 ausdrückt und in die Gleichung von F substituirt, so erhält man sofort die Gleichung von F_1.

Man denke sich nun, daß der Punkt a auf der Fläche F nach einer beliebigen Richtung um unendlich Weniges fortrücke, so wird demgemäß auch der ihm entsprechende Punkt a_1 eine verschwindende Verschiebung auf F_1 erleiden.

Seien dx, dy, dz die Projectionen der Verschiebung von a und dx_1, dy_1, dz_1 jene der Verschiebung von a_1, so ergibt sich aus (1) unmittelbar:

$$(2) \qquad \left.\begin{aligned} dx_1 &= dx - N\sin\lambda d\lambda \\ dy_1 &= dy - N\sin\mu d\mu \\ dz_1 &= dz - N\sin\nu d\nu \end{aligned}\right\}$$

Projiciren wir nun die Verschiebungen von a und a_1 auf die Normale $\overline{aa_1}$ der Fläche F, so wird selbstverständlich die Projection der Verschiebung von a gleich Null sein, weil sie immer auf $\overline{aa_1}$ senkrecht steht, d. h. es muß

$$(3) \qquad dx\cos\lambda + dy\cos\mu + dz\cos\nu = 0$$

sein. Multiplicirt man die Gleichungen (2) der Reihe nach mit

$\cos\lambda$, $\cos\mu$, $\cos\nu$, addirt sie und berücksichtigt Gleichung (3), so wie auch die sich aus der Relation

$$\cos^2\lambda + \cos^2\mu + \cos^2\nu = 1$$

ergebende Gleichung:

$$\cos\lambda \sin\lambda d\lambda + \cos\mu \sin\mu d\mu + \cos\nu \sin\nu d\nu = 0,$$

so wird man erhalten:

$$dx_1 \cos\lambda + dy_1 \cos\mu + dz_1 \cos\nu = 0.$$

Diese letzte Gleichung drückt nichts anderes aus, als daß die Verschiebung von a_1 in der Fläche F_1 ebenfalls senkrecht zu $\overline{aa_1}$ ist. Es ist also $\overline{aa_1}$ nicht nur eine Normale der Fläche F, sondern sie ist auch zu F_1 normal. Die beiden Flächen F und F_1 sind also connormal. Wenn man von dem Punkte a der Fläche F zu dem unendlich nahen Punkte b derselben Fläche übergeht, so wird auch a_1 in einen unendlich nahen Punkt b_1 übergehen. Im Allgemeinen werden sich die beiden unendlich nahen Normalen $\overline{aa_1}$ und $\overline{bb_1}$ nicht schneiden. Wenn jedoch der Übergang von a zu b in einer Krümmungslinie der F geschieht, so werden sich die beiden Normalen schneiden, und da sie sowohl zu F, als auch zu F_1 Normalen sind, so geht daraus unmittelbar hervor, daß auch der Übergang von a_1 zu b_1 in einer Krümmungslinie von F_1 geschehen ist. Man sieht also, daß die den Krümmungslinien der einen Fläche entsprechenden Linien der zweiten Fläche für die letztere die Krümmungslinien sind oder kurz, daß sich die Krümmungslinien beider Flächen entsprechen.

Auf diese einfache Beziehung der Krümmungslinien der beiden Flächen F und F_1 stützt sich die Bestimmung des Unterschiedes von zwei sich entsprechenden Flächenelementen.

Auf jeder Fläche gibt es bekanntlich zwei Systeme σ und σ_1 von Krümmungslinien, welche sich rechtwinkelig durchschneiden. Denkt man sich nun auf der Fläche F zwei unendlich nahe Krümmungslinien des Systems σ und zwei eben solche vom System σ_1, so werden diese bei ihrem Durchschnitte ein Flächenelement von der Größe

$$df = d\sigma . d\sigma_1$$

bestimmen, wobei $d\sigma$ und $d\sigma_1$ die Längenelemente der Krümmungslinien vorstellen.

Den Systemen σ und σ_1 werden auf der Fläche F_1 die zwei Krümmungsliniensysteme σ' und σ'_1 entsprechen, und das dem Elemente df entsprechende Flächenelement wird

$$df' = d\sigma' d\sigma'_1$$

sein. Bezeichnet man nun mit R und R' die Hauptkrümmungshalbmesser der Fläche F in dem Elemente df, so werden dieselben im Elemente df' der Fläche F_1 die Werthe $R+N$ und $R'+N$ aufweisen.

Daraus ergibt sich sofort:

$$d\sigma : d\sigma' = R : R+N$$

$$d\sigma_1 : d\sigma'_1 = R' : R'+N$$

folglich

$$d\sigma' = d\sigma\left(1+\frac{N}{R}\right)$$

$$d\sigma'_1 = d\sigma_1\left(1+\frac{N}{R'}\right)$$

daher:

$$df' = df\left(1+\frac{N}{R}\right)\left(1+\frac{N}{R'}\right)$$

und folglich die Flächenvariation

$$\delta df = df' - df = df\left[\frac{N^2}{RR'} + N\left(\frac{1}{R}+\frac{1}{R'}\right)\right] \tag{4}$$

Wären die sich entsprechenden Flächenelemente df und df' nicht von Krümmungslinien begrenzt, sondern von beliebigen Curven, so gilt die Gleichung (4) auch dann noch. Denn man kann sich ein solches Element durch die beiden Systeme von Krümmungslinien in unendlich viele, also gegen df und df' verschwindende Flächenelemente zerlegen, für welche die Gleichung (4) im Einzelnen giltig ist.

Da man jedoch für alle diese die Größen R und R' als constant betrachten kann, so gilt (4) auch für beliebige Elemente df und df'.

In unserer folgenden Untersuchung haben wir uns nur auf solche Doppelflächen zu beschränken, deren Abstand unendlich klein ist, wo wir also statt N etwa δN schreiben können. Die vorhergehende Betrachtung bleibt natürlich auch für solche Flächen giltig; nur

kann man der Gleichung (4) eine einfachere Form geben. Vernachlässigt man nämlich das Glied zweiter Ordnung gegen jenes der ersten, so geht (4) über in

$$\delta df = df.\delta N\left[\frac{1}{R}+\frac{1}{R'}\right]. \tag{5}$$

Es ist jetzt nicht mehr nöthig, unter R und R' die zwei Hauptkrümmungshalbmesser zu verstehen, sondern es genügt, wenn dies die Krümmungshalbmesser zweier zu einander senkrechten Normalschnitte sind, da dann bekanntlich

$$\frac{1}{R}+\frac{1}{R'}$$

constant bleibt.

Bezeichnet man diese Größe mit ω, so wird

$$\delta df = df.\delta N.\omega \tag{6}$$

Die Flächenvariation $\delta.df$ ist dann positiv, wenn die Richtung der Krümmungsradien zu jener, in welcher die Variation δN vor sich geht, entgegengesetzt ist. Stimmen diese Richtungen überein, so ist δdf negativ. Die zwei parallelen Flächen werden der Flächengröße nach gleich sein, wenn das Integral

$$\int df.\omega$$

verschwindet. Aus dem Obigen geht hervor, daß bei s o l c h e n Flächen die Richtung der Normale mit der Richtung der Krümmungsradien theilweise übereinstimmend und theilweise ihr entgegengesetzt sein muß. Das werden im Allgemeinen solche Flächen sein, welche ebene Schnittcurven mit Inflexionspunkten zulassen.

Belegt man die Fläche F mit Südmagnetismus von der constanten Dichte s und F_1 mit Nordmagnetismus von derselben Dichte, so stellen die beiden Flächenladungen das vor, was man eine transversal-magnetische Fläche nennt, deren Fernwirkungsgesetz wir nun betrachten wollen.

Das Potential der Ladung von F ist:

$$V = -s\int\frac{df}{r}$$

und jenes von F_1:

$$V_1 = s\int\frac{df'}{r'}$$

somit das Potential der Doppelfläche:

$$U = V + V_1 = s\left[\int\frac{df'}{r'} - \int\frac{df}{r}\right]$$

oder

$$U = s\delta\left(\int\frac{df}{r}\right),$$

wobei die Variation längs der Normale von F um δN zu geschehen hat. Variirt man wirklich unter dem Integralzeichen, so ergibt sich

$$U = s\int\left[\frac{\delta df}{r} - \frac{df.\delta r}{r^2}\right].$$

Nun ist nach (6):

$$\delta df = \delta N.df.\omega.$$

Bezeichnet man ferner mit t das von dem Punkte, auf welchen sich das Potential bezieht, auf die Tangentialebene von df gefällte Perpendikel (welches positiv oder negativ zu nehmen ist, je nachdem es mit N beziehungsweise dieselbe oder die entgegengesetzte Richtung besitzt), so findet man leicht:

$$\delta r = \frac{\delta N.t}{r},$$

somit

$$U = s.\delta N\int\frac{df.\omega}{r} - s.\delta N\int\frac{df.t}{r^3}.$$

Das Glied

$$-s.\delta N\int\frac{df.t}{r^3}$$

ist aber nichts anderes, als das Potential W eines Stromes, welcher die geschlossene Grenzcurve S der Fläche F umfließt und die verschwindende Intensität

$$\delta i = s.\delta N$$

besitzt. Es ist somit

$$U = W + s.\delta N \int \frac{df.\omega}{r} \tag{7}$$

Der Summand

$$T = s.\delta N \int \frac{df.\omega}{r}$$

ist es nun, welcher bei den bisher in den einschlagenden Stellen in Karsten's Encyklopädie und Beer's erwähntem Werke gelieferten Entwicklungen dieses Gegenstandes vernachlässigt wurde, obzwar er eben so wie W eine unendlich kleine Größe von der ersten Ordnung ist.

Man kann T als das Potential einer Ladung betrachten, welche über F mit der von Punkt zu Punkt variablen Dichte $s.\delta N.\omega$ gebreitet ist.

Dies bemerkt, läßt sich die Gleichung (7) auf folgende Weise in Worte umsetzen:

„Die Fernwirkung einer transversal-magnetischen Fläche ist gleich der Summe der Wirkungen *a)* des ihre Begrenzung mit der Intensität $s.\delta N$ umfließenden Stromes und *b)* einer über sie verbreiteten Flächenladung mit der variablen Dichte $s.\delta N.\omega$."

Die Bedeutung von s, ω, δN ist dabei bekannt.

Die Fernwirkung einer magnetischen Querschicht unterscheidet sich also von jener des sie umfließenden Stromes um die Fernwirkung der angegebenen Flächenladung.

Nur in dem Falle, daß die Fläche eine Ebene ist, wird ihre Wirkung identisch mit jener des Stromes. Denn es ist dann:

$$R = R' = \infty,$$

daher:

$$\omega = 0$$

und somit:

$$U = W.$$

Ist die transversal-magnetische Fläche geschlossen, so verschwindet bekanntlich das Integral W, und man hat dann:

$$U = T.$$

Schreibt man (7) in der Form

$$(8)\qquad W = U - T,$$

so kann man $-T$ als das Potential einer über F ausgebreiteten Ladung von der variablen Dichte $-s.\delta N.\omega$ betrachten. Mit Rücksicht auf das eben Gesagte kann die Gleichung (8) auf folgende Art interpretirt werden:

„Wenn man zu der schon bestehenden Ladung der Fläche F noch eine Ladung von der Dichte $-s.\delta N.\omega$ hinzufügt, so ist dann die Wirkung der Doppelfläche gleich jener des Stromes S."

Da die auf F ursprünglich ausgebreitete Ladung die Dichte $(-s)$ besitzt, so wird in dem betrachteten Falle die Gesammtdichte:

$$-s(1+\delta N.\omega)$$

sein. Man kann daher folgenden Satz aufstellen:

„Wenn eine Doppelfläche so mit Magnetismus geladen ist, daß auf der einen Fläche die constante Dichte s und auf der anderen die variable Dichte $-s(1+\delta N.\omega)$ herrscht, so ist dieselbe der Wirkung nach äquivalent einem ihre Begrenzung umfließenden Strome von der Intensität $s.\delta N$."

Wäre die Doppelfläche geschlossen, so würde ihre Wirkung nach Außen hin Null sein.

Betrachtet man zwei sich entsprechende Flächenelemente einer solchen Doppelfläche, so läßt sich leicht erweisen, daß auf beiden dieselben Mengen entgegengesetzter Magnetismen vertheilt sind.

Sei df das auf F liegende Flächenelement, so ist die darin vorhandene magnetische Quantität, da die Dichte ohne Rücksicht auf das Zeichen $s(1+\delta N.\omega)$ ist,

$$df.s.(1+\delta N.\omega);$$

das dem df entsprechende Element der zweiten Fläche F_1 hat nach (6) die Größe

$$df(1+\delta N.\omega)$$

und da daselbst die Dicht s herrscht, so ist die auf dem Elemente vorhandene magnetische Menge auch:

$$df.s.(1+\delta N.\omega).$$

Selbstverständlich wird auch die, auf der ganzen Fläche F befindliche Menge des Südmagnetismus gleich sein der auf F_1 befindlichen nordmagnetischen Quantität.

Betrachten wir endlich den Fall, daß der Strom S gegeben wäre, und man ihn durch eine transversal-magnetische Fläche von der constanten Flächendichte

$$s = \frac{i}{\delta N}$$

ersetzen wollte.

Da müßte man durch den Strom S eine von ihm begrenzte Fläche so legen, daß das über dieselbe ausgedehnte Integral

$$\int \frac{\omega . df}{r} = \frac{1}{\delta N} \int \frac{\delta df}{r}$$

verschwände, denn man hätte dann in der That $T = 0$, also $U = W$.

Da die Entfernung r immer positiv gerechnet wird, so sieht man, daß δdf, um der letzten Gleichung zu genügen, sein Zeichen ändern müsse, daß also eine solche Fläche die Eigenheit besitzen muß, ebene Schnitte mit Inflexionspunkten zuzulassen.

Über die Anzahl der Atome in den Gasmolecülen und die innere Arbeit in Gasen.

Von Dr. **Ludw. Boltzmann,**
Assistenten am k. k. physikalischen Institute.

In meiner Abhandlung über die mechanische Bedeutung des zweiten Hauptsatzes der Wärmetheorie (Sitzb. Bd. 53) habe ich eine Formel für die Anzahl der Atome, welche in den Gasmolecülen mit einander verbunden erscheinen, abgeleitet, welche trotz ihrer großen Wahrscheinlichkeit a priori mit der Erfahrung nicht übereinstimmte. Die Ursache hievon lag darin, daß ich daselbst einer ziemlich verbreiteten Ansicht gemäß voraussetzte, die Temperaturerhöhung der Gase sei mit keiner Leistung von innerer Arbeit verbunden; die den Gasen bei constantem Volum zugeführte Wärme werde also lediglich auf Erhöhung der mittleren lebendigen Kraft ihrer Atome verwendet. Um jedem Irrthume vorzubeugen, verstehe ich unter innerer Arbeit die Summe der mittleren Potentiale aller zwischen den Atomen des Körpers wirksamen Kräfte im zweiten Zustande weniger der Summe derselben Potentiale im ersten Zustande, also wenn die Potentiale der Atomkräfte zu irgend einer Zeit im ersten Zustande p_1, p_2.., im zweiten Zustand p'_1, p'_2.. sind, die Größe

$$\frac{\int p'dt}{\int dt} + \frac{\int p'_2 dt}{\int dt} \cdots - \frac{\int p_1 dt}{\int dt} - \frac{\int p_2 dt}{\int dt} \cdots$$

wobei das Integral über eine große Zeit zu erstrecken ist. Dabei ist noch zu bemerken, daß, wenn das Zeichen des Potentials so gewählt wird, daß seine Ableitung nach r die Kraft darstellt, welche die Entfernung zu vergrößern sucht, der obige Ausdruck, wenn er positiv ist, gewonnene, wenn aber negativ, geleistete innere Arbeit darstellt. Der Satz der lebendigen Kräfte lehrt dann unmittelbar, daß man die geleistete innere Arbeit auch definiren kann, als die gesammte zugeführte Wärme, weniger der geleisteten äußeren Arbeit und der Summe der mittleren lebendigen Kräfte aller Atome, welche letztere Summe

ich als die gesammte im Körper vorhandene Wärme bezeichne. Von der oben erwähnten Ansicht scheint auch Clausius auszugehen, indem er die specifische Wärme der Gase bei constantem Volum den Zuwachs der in der Gewichtseinheit derselben wirklich vorhandenen Wärme, d. h. lebendigen Kraft ihrer Molecularbewegung bei der Erwärmung um 1° nennt. Unter der lebendigen Kraft der Molecularbewegung ist hier wahrscheinlich nur die Summe der mittleren lebendigen Kräfte der Atome, nicht auch der mittleren Potentiale der zwischen ihnen wirkenden Kräfte zu verstehen, indem sonst für die innere Arbeit gar nichts oder höchstens die zur Verschiebung der Gleichgewichtslagen oder mittleren Lagen der Atome aufgewendete Arbeit übrig bliebe, welche jedoch bei constantem Volumen, wenn der Körper nicht in einen anderen isomeren übergeht, ebenfalls für alle Körper verschwinden würde. Noch weit offenbarer huldigt dieser Ansicht Naumann, welcher in zwei Abhandlungen in den Annalen der Chemie und Pharmacie, nachdem er ohne allen theoretischen Grund angenommen hat, die lebendige Kraft der progressiven Molecularbewegung verhalte sich zu der der Bewegungen der Atome im Molecül, wie $3 : n$ (eine Formel, die auch für einatomige Gase eine innere Bewegung liefert und für die specifischen Wärmen Werthe gibt, von denen die beobachteten oft um mehr als 100% abweichen), daraus unter der Annahme, daß alle auf innere Atombewegung verwendete lebendige Kraft in Form von Geschwindigkeit, keine in Form von Arbeit existire, einen Werth für die Atomgeschwindigkeit ableitet. Jene Ansicht beruht aber offenbar auf einem Irrthume. Allerdings ist nämlich eine Ausdehnung oder Zusammendrückung eines idealen Gases ohne Temperaturveränderung mit keiner inneren Arbeitsleistung verbunden und die Formel

$$\gamma' - \gamma = \frac{Ap}{T}$$

daher richtig, weil bei einer solchen Ausdehnung oder Zusammendrückung blos die mittleren Wege der Molecüle länger oder kürzer werden, ohne daß sich, so lange die Temperatur constant bleibt, die innere Bewegung der Atome im Molecül ändert. Anders verhält es sich jedoch mit Temperaturveränderungen im Gase. Dieselben sind immer von Veränderungen der Bewegung der Atome im Molecül begleitet und da ja die Atome eines Molecüls durch bestimmte Kräfte zusammengehalten werden, so müssen jene Veränderungen nothwendig

im Allgemeinen mit einer Veränderung des durchschnittlichen Potentials oder einer Arbeitsleistung dieser Kräfte, also im oben aufgestellten Sinne mit innerer Arbeit verbunden sein. Hiebei tritt nun noch eine Eigenthümlichkeit ein; als ich nämlich die geleistete innere Arbeit als eine positive mit in Rechnung zog, so zeigte sich, daß die Differenz des Resultates von dem durch die Erfahrung gegebenen noch größer wurde, und ich glaubte schon auch diesen Erklärungsgrund derselben verwerfen zu müssen, als Prof. Loschmidt durch theoretische Betrachtungen geleitet auf den glücklichen Gedanken kam, jene innere Arbeit könne ja auch einen negativen Werth haben, d. h. die mittlere Lage der Atome in den Molecülen gegen ihre Gleichgewichtslage könne durch Vermehrung der Geschwindigkeit auch so verändert werden, daß zu dieser Veränderung nicht noch Arbeit nothwendig sei, sondern durch sie im Gegentheil Arbeit gewonnen, daher außer der zugeführten, noch Wärme frei werde. Mit Zugrundelegung dieses Gedankens erneuerte ich nun meine Rechnungen und gelangte zu einem Resultate, das mit der Erfahrung in vollkommen befriedigender Übereinstimmung steht. Ich will nun in der gegenwärtigen Abhandlung zeigen, wie sich meine Formeln umgestalten, wenn man auf die innere Arbeit Rücksicht nimmt. Ist N die Anzahl der Molecüle des Gases, n die Anzahl der Atome im Molecül, $\frac{mc^2}{2}$ die mittlere lebendige Kraft irgend eines Atoms, so ist gemäß den in der Eingangs erwähnten Abhandlung entwickelten Anschauungen die Temperatur des Gases

$$T = \frac{mc^2}{2};$$

die gesammte im Gase enthaltene lebendige Kraft aber

$$L = \frac{Nnmc^2}{2} = NnT.$$

Führen wir nun dem Gase bei constantem Volum die unendlich kleine Wärmemenge dQ zu, so ist

$$dQ = dL + dJ.$$

Die geleistete innere Arbeit dJ wird, so lange die zugeführte Wärme unendlich klein ist, derselben proportional, daher auch proportional dL gesetzt werden können.

Setzen wir daher

$$dJ = kdL,$$

so bedeutet k, welches übrigens im Allgemeinen eine Function der Temperatur sein wird, die innere Arbeit ausgedrückt in aliquoten Theilen der Vermehrung der im Gase vorhandenen lebendigen Kraft. Es wird dann

$$dQ = (1 + k)\, dL = (1 + k)\, NndT,$$

und die Wärmecapacität bei constantem Volumen bezogen auf die Volumseinheit ist

$$\gamma = \frac{dQ}{vdT} = (1 + k) \frac{Nn}{v}$$

oder mit Rücksicht auf die Formel:

$$pv = \frac{2}{3} \cdot \frac{Nmc^2}{2} = \frac{2}{3} NT,$$

in der p den Druck, v das Volumen des Gases bedeuten:

$$(1) \qquad \gamma = \frac{3p}{2T} \cdot n(1+k)$$

Aber wie bereits bemerkt, bleibt die Formel

$$(2) \qquad \gamma' - \gamma = \frac{p}{T},$$

in der γ' die Wärmecapacität bei constantem Drucke ist und das mechanische Äquivalent der Wärme weggelassen wurde, weil ich immer Wärme und Arbeit in gleichem Maße gemessen voraussetze, noch immer giltig, weil bei einer Ausdehnung ohne Temperaturerhöhung keine innere Arbeit geleistet wird. Aus (1) und (2) aber ergibt sich unmittelbar:

$$(3) \qquad \frac{2\gamma}{3(\gamma' - \gamma)} = n(1+k).$$

Aus dieser Formel kann, wenn man für n jene Werthe einsetzt, welche die Chemie als sehr wahrscheinlich angibt, k, also die innere Arbeit im Gase berechnet werden; sie kommt wie bereits bemerkt fast immer negativ heraus und ich will zum Schluß in einer Tabelle ihre Werthe für jene Gase zusammenstellen, für welche γ von

Regnault bestimmt wurde. Um aber aus (3) einen Schluß auf den Werth von n ziehen zu können, ist noch eine zweite Relation zwischen n und k nothwendig. Dieselbe kann von der Wärmecapacität der festen Körper hergenommen werden. In der bereits mehrmals erwähnten Abhandlung habe ich nachgewiesen, daß für Körper, deren Atome bei verschiedenen Temperaturen isochron schwingen, also z. B. von Kräften afficirt werden, die den Entfernungen der Atome von der Ruhelage proportional sind, die Hälfte der zugeführten Wärme auf Erhöhung der lebendigen Kraft, die andere Hälfte auf innere Arbeit verwendet wird. Dieser Satz kann übrigens auch durch Betrachtung von Kräften von der Form $a\xi + b\eta + c\zeta$ direct bewiesen werden. Das Dulong-Petit'sche Gesetz macht nun sehr wahrscheinlich, daß für alle Körper, welche demselben gehorchen, die Kräfte, welche auf die Atome wirken, annäherungsweise die obige lineare Form haben. Allerdings werden diese Kräfte durch die Ausdehnung in Folge der Wärme etwas verändert und sollte man eigentlich statt der Wärmecapacitäten bei constantem Drucke die bei constantem Volum in Betracht ziehen, allein Edlund fand, daß sich beide an keinem der von ihm beobachteten festen Körper um mehr als 2%, an vielen nicht einmal um 1% unterscheiden, was gegenüber den mehr als 10% betragenden Abweichungen vom Dulong-Petit'schen Gesetz gar nicht in Betracht kommt. Nimmt man jene Gleichheit der innern Arbeit und der zur Temperaturerhöhung verwendeten Wärme an, so ist klar, daß die Wärmecapacität multiplicirt mit dem Atomgewichte gleich dem doppelten Zuwachse der mittleren lebendigen Kraft eines Atoms bei Erwärmung um einen Grad sein muß. Masson berechnete nun in der That, daß dieses Product gleich dem doppelten von dem entsprechenden Producte für Gase sei; allein dies Resultat beruht auf einem Irrthume; er setzte nämlich die Äquivalentszahl des Sauerstoffes = 100 und verglich das erhaltene Product mit jenen Zahlen, bei denen sie = 8 vorausgesetzt ist. Nach dem Gesagten kann es auch nicht mehr befremden, daß dies nicht der Fall ist, und zwar nicht, weil die festen Körper eine Ausnahme machen, sondern weil in den Gasen die zugeführte Wärme nicht ausschließlich auf Erhöhung der mittleren lebendigen Kraft verwendet wird, sondern auch den Zustand der einzelnen Molecüle verändert. Die oben mit k bezeichnete Größe kann jedoch auch hieraus bestimmt werden und die Elimination von k aus beiden Rela-

tionen liefert eine Gleichung für n. Es ist nämlich für einen festen einfachen Körper bei einer Erwärmung um $dt°$ Cels. die Vermehrung der mittleren lebendigen Kraft eines Atoms nach dem obigen

$$dT = \frac{c\alpha}{2} dt, \tag{4}$$

wo c die Wärmecapacität bezogen auf die Gewichteinheit des Körpers und die Wärmeeinheit, in der T gemessen ist, α das Gewicht eines Atoms des Körpers ist. Die einem Gasatome bei gleicher Temperaturerhöhung unter constantem Volum zugeführte Wärme ist:

$$dT + di = \frac{\gamma}{\rho} \alpha_0 dt. \tag{5}$$

Hier ist ρ die Dichte, daher $\frac{\gamma}{\rho}$ die specifische Wärme bezogen auf die Gewichteinheit, α_0 das Atomgewicht, oder bei zusammengesetzten Gasen das arithmetische Mittel der Atomgewichte aller Atome im Molecül; di ist die innere Arbeit eines Atoms, daher

$$= \frac{dJ}{Nn} = \frac{kdL}{Nn} = kdT,$$

die Substitution dieses Werthes in Gleichung (5) liefert:

$$(1+k)dT = \frac{\gamma\alpha_0}{\rho} dt \tag{6}$$

und da für gleiche Temperaturerhöhungen die mittlere lebendige Kraft eines Atoms, also T gleiche Zuwächse erhält, so besitzt $\frac{dT}{dt}$ in den Gleichungen (4) und (6) denselben Werth, kann also aus ihnen eliminirt werden, wodurch sich

$$1 + k = \frac{2\gamma\alpha_0}{\rho c\alpha} \tag{7}$$

ergibt. Die Substitution dieses Werthes von $1 + k$ in die Gleichung (3) liefert endlich die bemerkenswerthe Formel:

$$n = \frac{\rho c\alpha}{3(\gamma' - \gamma)\alpha_0} = \frac{c\alpha}{3(c'_0 - c_0)\alpha_0}, \tag{8}$$

wenn c'_0 und c_0 die beiden Wärmecapacitäten des Gases bezogen auf die Gewichtseinheit sind.

Da $\gamma' - \gamma$ für alle Gase constant ist, so sieht man hieraus, daß die Formel (8) von der specifischen Wärme des Gases unabhängig



ist, dieselbe daher in keiner nothwendigen Relation mit der chemischen Beschaffenheit desselben steht, und alle Versuche, eine derartige Relation aufzufinden, wie sie zuerst von Clausius und nach ihm in großer Anzahl gemacht wurden, mußten, wenn auch für einzelne Gase von ähnlicher innerer Arbeit zutreffend, wieder für andere beträchtliche Abweichungen zeigen.

Da in der Formel (8) die Wärmecapacitäten im Zähler und Nenner vorkommen, so ist es gleichgiltig, in welchen Maßen sie gemessen werden, auch für α und α_0 braucht man nicht die wahren Atomgewichte, sondern kann die ihnen proportionalen Äquivalentszahlen setzen; nur müssen beide in gleichem Maße gemessen werden. Die sicherste Garantie hiefür bietet die Betrachtung eines und desselben Körpers im festen und gasförmigen Zustande, z. B. des Chlors oder Broms, von denen das letztere von Regnault direct in beiden Zuständen beobachtet wurde und für das erstere der Werth von $c\alpha$ aus seinen Verbindungen berechnet werden kann. Die Dichte des Chlors, verglichen mit der der Luft, ist 2·44; setzt man daher für letztere $\gamma'-\gamma = 0{\cdot}0696$, so hat für Chlor $c'_0-c_0 = \frac{\gamma'-\gamma}{\rho}$ den Werth 0·0285 und der Nenner des Bruches in (8) wird, wenn die Äquivalentszahl des Chlor = 35·5 angenommen wird:

$$3.0{\cdot}0285.35{\cdot}5 = 3{\cdot}035.$$

Für Brom wird dieser Nenner:

$$3.0{\cdot}01291.80 = 3{\cdot}098.$$

Da nun für die angenommenen Atomgewichte das Product $c\alpha$ nach dem Dulong-Petit'schen Gesetz etwas größer als 6 ist, so gibt die Division $n = 2$, in den betrachteten Gasen sind also 2 Atome zu einem Molecül verbunden, was auch a priori am wahrscheinlichsten ist. Für die Verhältnisse der Zahl der Atome in den Molecülen anderer sowohl einfacher als auch zusammengesetzter Gase zu den betrachteten liefert die Formel (8) genau dasselbe, wie das Ampère'sche Gesetz unter der Voraussetzung, daß die Äquivalente den wahren Gewichten eines Molecüls proportional sind, so lange die Bestandtheile der Gase im festen Zustande das Dulong-Petit'sche Gesetz befolgen. Für die Ausnahmen von jenem Gesetze dagegen scheint es nicht mehr erlaubt zu sein, die auf ihre Atome wirkenden Kräfte deren Entfernungen aus der Ruhelage proportional zu setzen, weß-

halb man im Zähler von (8) nicht ihre Äquivalentszahl und specifische Wärme einsetzen darf, sondern das Product $c\alpha$ von einem andern Körper entlehnen muß.

Ich lasse hier eine Tabelle folgen, in der die bei Erwärmung zu leistende innere Arbeit für die von Regnault untersuchten Gase als aliquoter Theil der gesammten bei constantem Volum zugeführten Wärme, also die Werthe von $\frac{k}{1+k}$ zusammengestellt sind. Die zweite Columne enthält dieselben nach Formel (3) berechnet aus der Relation zwischen der gesammten lebendigen Kraft und der der progressiven Bewegung; $\gamma'-\gamma$ wurde dabei constant $=0{\cdot}0696$ gesetzt. Die Werthe der dritten Columne sind nach Formel (7) durch Vergleichung mit der specifischen Wärme der festen Körper berechnet. Das Product $c\alpha$ wurde dabei $= 6{\cdot}3$, dem Mittelwerthe aus Regnault's Beobachtungen an festen Körpern gesetzt, und zwar wurden die Äquivalente der das Dulong-Petitsche Gesetz nicht befolgenden Körper nicht geändert, sondern vorausgesetzt, daß für sie, falls ihre Atombewegungen isochron wären, $c\alpha$ ebenfalls $= 6{\cdot}3$ wäre. Namentlich unbestimmt ist sowohl deßhalb, als auch weil seine Dampfdichte unbekannt ist, das Äquivalent des Kohlenstoffes; es wurde $= 12$ gesetzt. Es ist klar, daß den Zahlen der dritten Columne dieselbe Unsicherheit wie dem Producte $c\alpha$ anhaftet und es würde die beinahe constante Differenz derselben mit denen der zweiten fast vollständig verschwinden, wenn man $c\alpha$ einen Werth zwischen $6{\cdot}03$ und $6{\cdot}04$ beilegte, der vollkommen innerhalb der Grenzen der beobachteten Werthe liegt und zu dessen Annahme man eben so berechtigt ist, wie zu der des Mittelwerthes $6{\cdot}3$, indem ja die Differenzen nicht in, den Gesetzen der Fehlerrechnung unterworfenen Beobachtungsfehlern ihren Ursprung haben.

Die vierte Columne zeigt dies, welche die innere Arbeit unter der Voraussetzung $c\alpha = 6{\cdot}032$ berechnet enthält. Da die innere Arbeit von einer noch unbekannten Größe nämlich dem Wirkungsgesetze der Atomkräfte abhängt, so ist natürlich, daß dieselbe an kein bestimmtes Gesetz gebunden ist; auffallend bleibt jedoch immer die große gewonnene innere Arbeit bei Erwärmung der Verbindungen des Wasserstoffes mit schwereren Atomen, so wie die große zu leistende bei den Gasen, deren Molecüle mehrere Atome Chlor enthalten.

Name und atomistische Formel des Gases	$1-\frac{3n(\gamma'-\gamma)}{2\gamma}$	$1-\frac{\rho c\alpha}{2\gamma\alpha_0}$	
		$c\alpha = 6\cdot3$	$c\alpha = 6\cdot032$
Sauerstoff, Θ_2	− 0·221	− 0·273	− 0·219
Stickstoff, N_2	− 0·251	− 0·306	− 0·250
Wasserstoff, H_2	− 0·255	− 0·310	− 0·253
Chlor, Cl_2	+ 0·076	+ 0·042	+ 0·083
Brom, Br_2	+ 0·090	+ 0·070	+ 0·110
Stickstoffoxyd, $N\Theta$	− 0·221	− 0·276	− 0·221
Kohlenoxyd, $C\Theta$	− 0·247	− 0·300	− 0·245
Chlorwasserstoff, ClH	− 0·294	− 0·335	− 0·278
Wasserdampf, $H_2\Theta$	− 0·367	− 0·424	− 0·363
Schwefelwasserstoff, H_2S	− 0·424	− 0·506	− 0·441
Stickstoffoxydul, $N_2\Theta$	− 0·137	− 0·189	− 0·137
Kohlensäure, $C\Theta_2$	− 0·196	− 0·254	− 0·201
Schweflige Säure, $S\Theta_2$	− 0·128	− 0·195	− 0·145
Schwefelkohlenstoff, CS_2	+ 0·095	+ 0·074	+ 0·113
Ammoniak, NH_3	− 0·817	− 0·901	− 0·820
Sumpfgas, CH_4	− 1·022	− 1·108	− 1·018
Leuchtgas, C_2H_4	− 0·951	− 1·033	− 0·947
Alkoholdampf, $C_2H_6\Theta$	− 0·444	− 0·501	− 0·437
Chloräthyl, C_2H_5Cl	− 0·541	− 0·611	− 0·543
Bromäthyl, C_2H_5Br	− 0·310	− 0·355	− 0·297
Cyanäthyl, C_3H_5N	− 0·270	− 0·325	− 0·269
Ätherdampf, $C_4H_{10}\Theta$	− 0·354	− 0·411	− 0·351
Schwefelwasserstoffäth., $C_4H_{10}S$	− 0·318	− 0·388	− 0·328
Essigäther, $C_4H_8O_2$	− 0·272	− 0·326	− 0·268
Aceton, $C_3H_6\Theta$	− 0·365	− 0·437	− 0·375
Holländisches Öl, $C_2H_4Cl_2$	− 0·157	− 0·217	− 0·164
Benzol, C_6H_6	− 0·330	− 0·387	− 0·328
Terpentinöl, $C_{10}H_{16}$	− 0·177	− 0·226	− 0·174
Phosphorchlorür, PCl_3	+ 0·266	+ 0·236	+ 0·268
Arsenikchlorür, $AsCl_3$	+ 0·339	+ 0·314	+ 0·343
Zinnchlorid, $SnCl_4$	+ 0·343	+ 0·307	+ 0·336

Zur Lehre vom Leben der Blutzellen.

Von **Ewald Hering,**
Professor der Physiologie an der Josephsakademie.

I. Überwanderung der Blutzellen aus den Blutgefässen in die Lymphgefässe.

Im Mai d. J. machte ich an der Schwimmhaut von *Rana temporaria* die Beobachtung, daß einzelne farblose Blutzellen sich an Stellen, wo der Blutstrom stockte oder träge war, an die Wand der Capillare festsetzten und in Zeit von $^1/_2$—$^3/_4$ Stunde durch die Wand hindurch das Gefäß verließen. Ich habe damals Gelegenheit genommen, neben Anderen auch einem geehrten Mitgliede dieser Classe, Herrn Prof. Langer diese Thatsache ausführlich mitzutheilen und zu demonstriren [1]). Zunächst waren es jedoch nicht die farblosen, sondern die farbigen Blutzellen, welche meine Aufmerksamkeit auf sich gezogen hatten. Ich sah einzelne derselben derart in die Capillarwand eingeklemmt, daß ein Theil der Zelle außerhalb, der Rest noch innerhalb des Gefäßes erschien, als ob das Körperchen durch ein feines Loch der Wand hindurchgezwängt worden sei, wie dies neuerdings auch Cohnheim am entzündeten Mesenterium des Frosches und schon früher Stricker an Froschlarven beobachtet hat.

---

1) Auch Herrn Prof. v. Vintschgau und theilweise Herrn Prof. Kölliker habe ich diese Beobachtungen schon damals mitgetheilt. Ich darf dies erwähnen, weil ich bisher keine öffentliche Mittheilung darüber gemacht habe, und weil neuerdings Cohnheim in seiner epochemachenden Arbeit über Entzündung und Eiterung dieselbe Thatsache beschrieben hat. Meine Beobachtungen waren also von denen Cohnheims ganz unabhängig, übrigens aber nichts weiter als die Übertragung einer von Stricker an den farbigen Blutzellen gemachten Entdeckung auf die farblosen und eine Consequenz der bahnbrechenden Arbeiten v. Recklinghausens über Eiter- und Bindegewebskörperchen. Nachdem Recklinghausen das Wanderungsvermögen der letzteren



Zunächst galt es nun festzustellen, ob die Capillarwand an der Stelle, wo eine farbige Blutzelle dieselbe scheinbar durchbohrt hatte, wirklich durchbrochen sei oder nur eine bruchsackartige Erweiterung trage. Ich mußte mich sehr bald für erstere Annahme entscheiden, weil einzelne farbige Blutzellen schon vollständig außerhalb der Capillare, in deren unmittelbarer Nachbarschaft nachzuweisen waren.

Da es um dieselbe Zeit Prussak unter Stricker's Leitung gelungen war, durch Injection von Kochsalzlösung in die Lymphräume des Frosches den Austritt zahlreicher farbiger Blutzellen aus den Capillaren künstlich herbeizuführen, wovon ich mich an Präparaten des Herrn Prussak selbst überzeugt hatte, so fragte ich mich, ob die von mir beobachtete Erscheinung ebenfalls eine pathologische und zwar die Folge der Entzündung sei, welche bei Fröschen in der Gefangenschaft bekanntlich sehr oft an den Zehen und Schwimmhäuten auftritt, oder ob vielleicht durch die Art der Befestigung der Zehen eine Entzündung eingeleitet worden sei. Ich untersuchte daher zunächst Schwimmhäute, welche schon dem bloßen Auge deutlich die entzündliche Hyperämie zeigten, und fand in der That

demonstrirt, Stricker die Durchgängigkeit der Gefäßwände für farbige Blutzellen beobachtet hatte, ergab sich die Folgerung, daß die farblosen Blutzellen wahrscheinlich noch viel leichter die Gefäßwand durchwandern würden, da sie wie die Eiter- und Bindegewebskörperchen active Beweglichkeit besitzen. Der Zufall wollte es ferner, daß einzelne von den Schwimmhäuten, die ich darauf hin untersuchte, an der bei gefangenen Fröschen sehr gewöhnlichen Entzündung litten, so daß mir auch sogleich das reichliche Auswandern der Blutzellen bei der Entzündung zur Ansicht kam. Wenn ich also meine Beobachtung theils den Arbeiten Stricker's und v. Recklinghausen's, theils der zufälligen Gunst des Materiales verdanke, so ist Cohnheim auf einem ganz anderen und selbstständigerem Wege dazu gekommen, nämlich durch eine systematische Untersuchung des Entzündungsprozesses. Dies Alles will ich hiermit ausdrücklich hervorheben, damit nicht durch meine der Abhandlung Cohnheim's nachhinkende Mittheilung der Schein entstehe, als wolle ich irgendwie an dem Verdienste participiren, welches sich Cohnheim durch seine Arbeit um die Pathologie erworben hat. Es war überhaupt erst gar nicht meine Absicht, öffentlich ein wissenschaftliches Gebiet zu betreten, welches in meiner unmittelbaren Nähe, nämlich von Stricker mit so schönem Erfolge bearbeitet wurde, und wenn ich meine beiläufig gemachten Beobachtungen jetzt dennoch veröffentliche, so geschieht es, weil gegenwärtig die allgemeine Aufmerksamkeit auf diesen Gegenstand gelenkt ist und ich zu den trefflichen Beobachtungen Cohnheim's einige Zusätze zu machen habe.

nicht nur einzelne, sondern ganze Gruppen farbiger Blutzellen in die Capillarwände eingeklemmt, so wie auch zahlreiche theils noch in ihrer Form ziemlich erhaltene, meist aber sehr unregelmäßig gestaltete und nur noch durch ihre charakteristische Farbe erkennbare Blutzellen außerhalb der Capillaren im angrenzenden Gewebe. Andererseits benützte ich aber auch Frösche mit scheinbar ganz gesunder Schwimmhaut, vergiftete sie mit Curare, um eine zu eingreifende Befestigung der Zehen vermeiden zu können, klemmte die letzteren nur mäßig fest und untersuchte an einer von den geklemmten Zehen möglichst entfernten Stelle. Trotzdem bemerkte ich öfters einzelne farbige Zellen in den Capillarwänden. Als es möglich wurde, Froschquappen zu bekommen, untersuchte ich die Gefäße des Schwanzes und fand gleichfalls an ganz frischen, so eben erst unter das Mikroskop gebrachten und noch sehr jungen Exemplaren vereinzelte eingeklemmte farbige Blutzellen.

Neben den eingeklemmten farbigen Blutzellen bemerkte ich aber auch bei Untersuchung der Schwimmhaut, und zwar viel öfter und zahlreicher, farblose Körperchen an der Innenwand der Capillaren ansitzen, theils von der Größe der farblosen Blutzellen, theils viel kleinere. Dieselben fanden sich oft in unmittelbarer Nähe der eingeklemmten farbigen Zellen, noch öfter isolirt. Ruhte der Blutstrom zufällig an der bezüglichen Stelle, so schickten sie bisweilen Fäden aus und änderten überhaupt ihre Gestalt wie es farblose Blutzellen zu thun pflegen. Ihr Zusammenhang mit der Gefäßwand erschien viel inniger, als der einer die Wand nur berührenden Blutzelle; denn selbst ein lebhafter Strom der Blutflüssigkeit vermochte diese Körperchen nicht loszureißen, wenngleich sie gezerrt und in die Länge gezogen wurden. Da es völlig räthselhaft war, wie die farbigen Blutzellen in die Gefäßwand eingezwängt wurden, so kam mir auch der Gedanke, ob die erwähnten farblosen Protoplasmakörper vielleicht Fortsätze der contractilen Zellen des Bindegewebes seien, welche von außen durch die Gefäßwand eindrängen und bei ihrem etwaigen Rückzuge die von ihnen erfaßten farbigen Blutzellen mit sich zögen. Es war nämlich in der Schwimmhaut an der Stelle der Gefäßwand, wo ein solches farbloses Körperchen festsaß, ein zugehöriger Theil außerhalb des Gefäßes nicht wahrnehmbar, wie dies bei den farbigen Zellen der Fall war, weßhalb ich mich nicht sogleich dafür entscheiden konnte, daß auch diese farblosen Körperchen in der Aus-

wanderung begriffene Blutzellen seien. Bald jedoch gelang es mir, letzteres festzustellen. Ich sah wiederholt farblose Blutzellen, welche anfangs noch in Bewegung waren, sich an der Wand festsetzen, allmälig kleiner werden und schließlich verschwinden. An Froschlarven konnte ich dann auch in einzelnen Fällen den schon außerhalb der Capillare befindlichen Theil der farblosen Blutzelle als eine kleine sehr langsam wachsende Knospe wahrnehmen.

Während es mir nie gelingen wollte, an einer und derselben farbigen Blutzelle den ganzen Verlauf der Auswanderung zu beobachten, vermochte ich dies an den farblosen beliebig oft, in jeder Schwimmhaut, an jeder Quappe, die ich darauf untersuchte. Somit hatte ich Grund, das Auswandern der farblosen Blutzellen als einen wahrscheinlich ganz normalen Vorgang anzusehen, während ich die Bedeutung des viel spärlicheren Austrittes der farbigen Zellen unentschieden lassen mußte. Freilich pflegen die farblosen Zellen sich im Allgemeinen nur dann an die Capillarwand anzuheften und die Auswanderung zu beginnen, wenn eben der Blutstrom verlangsamt ist, und ich habe oft gesehen, daß eine Zelle, die schon ganz festzusitzen schien, wieder fortgerissen wurde, sobald das Blut rascher zu strömen begann. Wer aber den Blutlauf in den Capillaren untersucht hat, wird mit mir geneigt sein, die vorkommenden Änderungen in der Stromrichtung und die vorübergehenden Stockungen der Bewegung nicht lediglich für ein pathologisches Phänomen zu erklären und zuzugeben, daß eine scharfe Grenze zwischen Normalem und Krankhaftem auch hier nicht gezogen werden kann.

Nachdem ich festgestellt hatte, daß die farblosen Blutzellen aus den Gefäßen auswandern können, mußte ich fortan an jede beliebige Zelle, welche Ähnlichkeit mit einer farblosen Blutzelle hat, die Frage stellen, ob sie nicht vielleicht eine solche sei. Somit war an die wandernden Bindegewebszellen, die Lymphzellen, die Eiterzellen, die Schleim- und Speichelkörperchen diese Frage zu richten.

Was die Eiterzellen betrifft, so ging aus den Beobachtungen an entzündeten Schwimmhäuten ohne Weiteres hervor, daß die Auswanderung der Blutzellen bei der entzündlichen Verlangsamung des Blutstromes eine sehr frequente sei, und daß also die sogenannten Eiterkörperchen zu einem gewissen Theile als ausgewanderte Blutzellen anzusehen seien. Wie sich die Quantität der ausgewanderten zu den neugebildeten Zellen bei der Entzündung verhalte, ließ sich

aus jenen beiläufigen Beobachtungen nicht entnehmen, und ich habe nicht daran gedacht, alle Eiterzellen als ausgewanderte Blutzellen anzusehen, wie dies Cohnheim thut, obwohl ich für jetzt ganz dahin gestellt sein lasse, ob er hierin Recht oder Unrecht hat.

Was ferner die wandernden Bindegewebszellen anbelangt, so forderten meine Beobachtungen ebenfalls, wenigstens einen Theil derselben als eingewanderte Blutzellen aufzufassen. Denn daß die Blutzellen nach ihrem Austritte sofort zu Grunde gingen, war nicht anzunehmen, weil sie sich sehr lange außerhalb des Organismus am Leben erhalten lassen, wo sie jedenfalls unter viel ungünstigeren Bedingungen sind. Daß alle wandernden Bindegewebszellen farblose Blutzellen seien, kann man wahrscheinlich finden, aber ich wüßte es für jetzt nicht zu beweisen, denn wir kennen die Entstehungsbedingungen der farblosen Blutzellen und der ihnen ähnlichen Gebilde nicht hinreichend, um behaupten zu können, daß solche nicht auch im Bindegewebe entstehen können, um entweder Zeit ihres Lebens darin zu bleiben, oder vielleicht von da auf irgend welchem Wege ins Blut zu gelangen.

Wenn vielleicht fortwährend und ganz normaler Weise farblose Blutzellen aus dem Blutgefäßsystem auswandern, was wird aus ihnen? Sie müssen weitere Verwendung finden, wenn sie sich nicht im Gewebe anhäufen sollen. Eine der nahe liegenden Antworten hierauf war folgende: Die aus den Blutgefäßen ausgetretenen Zellen wandern durch das Bindegewebe weiter in die Lymphgefäße und gelangen vielleicht sogar durch diese ins Blut zurück. Auch Cohnheim hat für die sogenannte Zertheilung einer Entzündung diese Vermuthung ausgesprochen. Ich bemühte mich, einen solchen Übergang der Blutzellen aus den Blutgefäßen in die Lymphbahnen zu demonstriren. An der Schwimmhaut war es nicht möglich, mehr als einige Andeutungen an die Lymphgefäße mit Sicherheit wahrzunehmen, dagegen bot sich eine treffliche Gelegenheit am Mesenterium des Frosches, dessen Lymphgefäße mir durch die Untersuchungen und Präparate Langer's genauer bekannt geworden waren. Derselbe Forscher hatte mir überdies in den peripherischen, die charakteristische Silberzeichnung gebenden Lymphcapillaren des Frosches Lymphzellen gezeigt und stimmte mir sofort bei, als ich auf die Möglichkeit hinwies, daß diese Zellen eingewanderte Blutzellen seien.

Bekanntlich liegt zwischen den beiden Platten des Dünndarm-Mesenteriums beim Frosch ein großer Lymphsinus, der jedoch nur eine Strecke weit ins Mesenterium hineinreicht, um sodann in einzelne röhrenartige Fortsätze auszulaufen, welche die größeren Gefäße begleiten und nahe am Darm in den *sinus longitudinalis* einmünden, welcher längs dem Darme verläuft. In jenen Lymphröhren liegen die größeren Blutgefäße, und zwar die Venen an die obere oder untere Wand der Röhre angelöthet und also nicht auf ihrer ganzen Oberfläche von Lymphe umspült, die Arterien dagegen mittelst zahlreicher Bindegewebsstränge frei in der Lymphe aufgehängt. In einzelnen dieser Stränge verlaufen Blutgefäße, welche die Arterie nach oben oder unten ins Mesenterialgewebe schickt. Diese Lymphröhren eignen sich nun sehr gut zu den fraglichen Beobachtungen. Bringt man ein größeres daselbst gelegenes Blutgefäß ins Gesichtsfeld, so erkennt man, wenn das Mesenterium nicht gezerrt ist, zu beiden Seiten des Gefäßes die breiten Lymphbahnen, in welchen sich bald einzelne, bald zahlreiche Lymphzellen befinden. Durch Änderung der Focaleinstellung kann man nach einander erst die Zeichnung des Bindegewebes der oberen Mesenterialplatte, dann die in der Lymphe schwimmenden Zellen, und endlich die untere Mesenterialplatte zur Ansicht bringen. Ruht der Lymphstrom eben, so senken sich die Zellen meist auf den Boden der Lymphröhre, ist er in Bewegung, so schweben sie in verschiedener Höhe über dem Boden, und aus der Art ihres Fortrückens kann man auf die Bewegung der Lymphe schließen. Dieselbe strömt meist mit rhythmischer Beschleunigung, entsprechend den systolischen Anschwellungen der benachbarten Arterie. Selbstverständlich darf man nicht glauben, daß die jeweilige Art der Strömung den normalen Verhältnissen entspreche, doch läßt sich annehmen, daß auch der Lymphstrom eines in der natürlichen Lage befindlichen Mesenteriums zahlreichen zufälligen Schwankungen ausgesetzt ist. Um solche am Präparate möglichst zu vermeiden, lege man das aus der Bauchwunde heraushängende Mesenterium auf ein größeres Deckglas, welches von einem kurzen, dünnwandigen, auf eine Glasplatte gekitteten Metallcylinder getragen wird, dränge den Frosch möglichst nahe heran und fixire ihn durch ein an seine Seite gestelltes Gewicht in dieser Lage. Die Darmschlinge muß mit auf dem Deckglase Platz haben und darf nicht etwa durch Nadeln fixirt werden, weil sich sonst das Mesenterium zu stark anspannt.

Ferner hüte man sich, daß nicht das Objectiv entweder auf den großen Lymphsinus oder auf den *sinus longitudinalis* drücke, sonst preßt man die Lymphe hierhin und dorthin. Den Darm lasse man eine Weile ganz unberührt; dann hören sehr bald seine unruhigen Bewegungen vollständig auf. Die Bauchwunde sei so weit, daß das heraushängende Mesenterium nicht gepreßt werde, sonst kann die Lymphe nicht strömen.

Die in der strömenden Lymphe schwebenden Zellen waren von sehr verschiedener Größe, bald sphärisch und scharf conturirt, bald hatten sie eine jener mannigfaltigen amöboiden Gestalten, wie sie auch sonst eine Lymphzelle annimmt. Ruhte der Lymphstrom, so setzten sich die Zellen an der Wand des Lymphraumes oder an der Oberfläche der großen Gefäße fest und krochen wohl auch langsam umher, schickten Fortsätze aus und ließen dieselben in der bisweilen schwach undulirenden Lymphe flottiren. Die meisten Zellen lagen dabei auf dem Boden des Lymphraumes.

Zur Beobachtung der Einwanderung einer Blutzelle wählt man am besten eine kleine Vene, wie sie an den seitlichen Grenzen der Lymphröhren verlaufen. Man wird dann leicht eine an der Innenwand der Vene sitzende farblose Blutzelle finden, welche in der Zeit von ungefähr einer halben Stunde durch die Wand hindurch in die Lymphröhre gelangt. Einmal war ich eben in Beobachtung einer solchen schon beinahe vollständig ausgetretenen Zelle begriffen, als die Wand der großen, in derselben Lymphröhre gelegenen Arterie sich der beobachteten Vene sehr stark näherte, ich weiß nicht, ob in Folge einer Ausdehnung der Arterie oder einer Bewegung des Darmes. Genug, die Arterie kam der austretenden Blutzelle so nahe, daß die langen Fortsätze, welche letztere in die Lymphe hineingetrieben hatte, die Arterie erreichten. Sofort klammerten sie sich an diese an, zogen den übrigen Theil des Zellkörpers nach, und nun lag die Zelle deutlich auf der Arterie, welche sich jetzt wieder von der Vene entfernte und den Lymphraum wieder sichtbar werden ließ.

Bei allen diesen Beobachtungen muß man sich wohl hüten, nicht die Rinnen, welche zwei einander benachbarte größere Blutgefäße eines gezerrten Mesenteriums mit einander bilden, und in welche sich die Mesenterialplatte wie in eine Bucht einsenkt, für einen Lymphraum zu halten, sonst wird man Zellen, welche auf dem Mesenterium liegen, irrthümlich in den Lymphraum verlegen.



Ob auch Lymphzellen aus den Lymphbahnen hinaus auf die freie Fläche des Mesenteriums gelangen können, darüber habe ich keine Beobachtungen gemacht. Auch habe ich nicht wie Cohnheim Mesenterien beobachtet, welche halbe bis ganze Tage freigelegt waren, sondern nur frische Mesenterien untersucht.

Die sonst treffliche Beschreibung, welche Cohnheim von dem Auswandern der farblosen Blutzellen gegeben hat, ist nach meinen Erfahrungen eigentlich nur dann ganz zutreffend, wenn es sich um das Austreten dieser Zellen in die Lymphbahnen oder auf die freie Oberfläche des Mesenteriums handelt, welches gewißermaßen auch als Wandung eines großen Lymphraumes, nämlich des Bauchfellsackes anzusehen ist. Denn wenn die Blutzellen ins eigentliche Bindegewebe einwandern, sind sie nur undeutlich außerhalb des Gefäßes zu sehen; der ausgetretene Theil stellt sich dann nicht als ein deutlich umgrenztes, leicht erkennbares Knöpfchen dar, und noch weniger kann man daran das Ausschicken feiner Fortsätze beobachten. Dies Alles und besonders letzteres läßt sich nur dann beobachten, wenn der ausgetretene Zellentheil von der Lymphe der Lymphräume oder von der auf die freie Fläche des Mesenteriums abgesonderten Lymphe umgeben ist. Da überdies die größeren Venen alle von Lymphe umspült, die kleineren oft von dicht anliegenden Lymphkanälen begleitet sind, so handelt es sich bei der Auswanderung der Blutzellen aus den Venen vorzugsweise um ein Einwandern in die Lymphbahnen oder auf die freie Oberfläche.

Wenn somit der Übertritt der Blutzellen aus den Blutgefäßen in die Lymphbahnen an einer Stelle demonstrirt ist, darf man wohl annehmen, daß auch an andern Stellen eine solche Überwanderung vorkommen wird, und daß mithin die nach Langer's Beobachtungen schon in den peripherischen Lymphcapillaren des Frosches auftretenden Lymphzellen zum Theil, wenn nicht vielleicht ganz, als eingewanderte Blutzellen anzusehen sind. Daraus ergibt sich, daß die farblosen Blutzellen einen Kreislauf nicht nur durch die Blutbahnen, sondern auch durch die Lymphbahnen machen können, und ihnen eben so wie den flüßigen Blutbestandtheilen ein doppelter Rückweg zum Herzen freisteht.

Man darf ferner annehmen, daß wie bei Fröschen, so auch bei Säugethieren eine Überwanderung von Blutzellen in die Lymphgefäße möglich ist. In der Lymphe dieser Thiere finden sich zahlreiche

Lymphzellen, noch ehe sie die Lymphdrüsen durchflossen hat. Den Ursprung dieser Zellen hat man zeither ausschließlich in den Follikeln, überhaupt im adenoiden Gewebe gesucht. Fortan mußte auch die Möglichkeit in Betracht gezogen werden, daß unter diesen Lymphzellen sich eingewanderte Blutzellen befinden. Dazu kommt der Umstand, daß nicht selten in der Lymphe schon vor den Lymphdrüsen farbige Blutzellen gefunden werden. Die ältere Ansicht, nach welcher die farbigen Blutzellen insbesondere der Milz- und Leberlymphe durch Anastomosen mit dem Blutgefäßsystem zugeführt sein sollten, entbehrt bis jetzt einer thatsächlichen Grundlage. Die neuere Hypothese, nach welcher diese Zellen innerhalb der Lymphbahn aus farblosen Zellen entstanden sein sollen, verliert sehr an Wahrscheinlichkeit, wenn, wie ich dies öfter gesehen habe, die aus der Leber tretende Lymphe deutlich roth gefärbt ist und so zahlreiche farbige Blutzellen enthält, daß die farblosen ganz dagegen zurücktreten. In den Lymphgefäßen der Leber fand ich bei Hunden, welche mehrere Stunden im Chlorform- und Opiumrausche gelegen hatten oder eben erst erhenkt worden waren, stets zahlreiche farbige Blutzellen; eben solche bisweilen in der Darmlymphe. In den Lymphgefäßen des Mesenteriums von Kaninchen, welche durch einen Schlag auf den Kopf oder ins Genick getödtet waren, sah ich ebenfalls öfters farbige Blutzellen. Dies Alles macht ein Übertreten farbiger Blutzellen nicht unwahrscheinlich. Die starke venöse Stauung, welche sich bei den erwähnten Hunden fand, muß allerdings auch Gefäßzerreißungen begünstigen, und man könnte die farbigen Blutzellen daraus ableiten. Anderseits aber ist zu bedenken, daß dieselbe Stauung auch den Durchtritt der Blutzellen durch die unverletzte Gefäßwand sehr begünstigen wird. Wie man nun seit den Beobachtungen Stricker's und Prussak's an die ausgetretenen farbigen Blutzellen bei der Menstruation, beim Scorbut, bei der Entzündung etc. die Frage stellen muß, ob und in wie weit sie nicht etwa ohne Gefäßzerreißung ausgetreten sind, so muß man dies auch bei den farbigen Blutzellen der Lymphe. Vielmehr aber gilt dies von den farblosen, weil diese activ wandern können.

Man wird nicht einwenden dürfen, daß es sich bei obigen Beobachtungen um zufällige Beimischungen von Blut handle. Die Lymphe in den größeren Gefäßen erscheint häufig roth, während sie noch in den Gefäßen ist. Die Lymphgefäße des Mesenteriums unter-

sucht man, indem man eine Darmschleife sammt ihrem Gekröse abbindet, abschneidet und im Ganzen auf den Objecttisch bringt. Die Lymphe der größeren Gefäße gewann ich mittelst sehr feiner Troikarcanülen, ließ die ersten Tropfen abfließen und wählte nur die letzten zur Untersuchung. Die Canülen waren so eingerichtet, daß sie nach dem Einstich das ganze Gefäß verstopften, so daß der Raum zwischen der Wunde des Lymphgefäßes und der die Lymphe aufnehmenden Öffnung der Canüle durch das konische Ende der letzteren vollständig verlegt war, und sich also höchstens den ersten Tropfen etwas Blut aus der Wunde beimischen konnte.

Wenn schon unter normalen Verhältnissen wahrscheinlich farblose Blutzellen in die Lymphgefäße einwandern können, so muß dies bei der Entzündung noch viel mehr der Fall sein. Man weiß längst, daß die zum Tättowiren benützten Farbstoffe in die nächstliegenden Lymphdrüsen gelangen. Daß die Farbstoffkörnchen nicht blos durch die Lymphe fortgeschwemmt, sondern theilweise von den Lymphzellen in die Drüse mitgenommen werden, durfte nach v. Recklinghausen's Arbeiten über Eiter- und Bindegewebskörperchen kaum mehr bezweifelt werden. Ich habe mich auch selbst davon überzeugt, daß nach subcutaner Einspritzung feinkörniger Farbstoffe sich zahlreiche Farbstoffkörner in den Lymphzellen der Lymphdrüsen finden.

Wenn nun bei Entzündungen die in die Lymphdrüsen gelangenden Zellen, mögen sie aus dem Blute stammen oder nur Abkömmlinge der Blutzellen oder der Bindegewebskörperchen sein, viel zahlreicher sind als gewöhnlich, so liegt die Vermuthung nahe, daß die Anschwellung der Lymphdrüsen, wie sie sich häufig bei Entzündungen des zugehörigen Lymphgebietes findet, wenigstens zum Theile auf die stärkere Zufuhr von Zellen zurück zu führen ist. Cohnheim erinnert auch an diese Anschwellung, erklärt sie aber als Folge einer Hyperplasie, bei welcher neue Lymphzellen gebildet werden zum Ersatz der in dem Entzündungsgebiete ausgewanderten Blutzellen. Ich will dies durchaus nicht bestreiten, aber ich möchte doch darauf hinweisen, daß sich die Vergrößerung der Drüsen recht wohl auch aus der gesteigerten Zufuhr erklären ließe. Daneben könnte auch noch eine Hyperplasie stattfinden.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

LVI. BAND.

ZWEITE ABTHEILUNG.

10.

Enthält die Abhandlungen aus dem Gebiete der Mathematik, Physik, Chemie, Physiologie, Meteorologie, physischen Geographie und Astronomie.

XXIX. SITZUNG VOM 5. DECEMBER 1867.

Herr J. Hann überreicht eine Abhandlung: „Über die thermischen Verhältnisse der Luftströmungen auf dem Obir (6288 Par. Fuß) in Kärnthen.

An Druckschriften wurden vorgelegt:

d'Achiardi, Antonio, Coralli fossili del terreno nummulitico dell' Alpi Venete, Catalogo delle specie e brevi note. Pisa, 1867; 4°.

Apotheker-Verein, allgem. österr.: Zeitschrift. 5. Jahrg. Nr. 23. Wien, 1867; 8°.

Baars, Herman, Les pêches de la Norwége. Paris, 1867; 8°.

Carl, Ph., Repertorium für physikalische Technik etc. III. Bd. 4. Heft. München, 1867; 8°.

Cosmos. 3e Série. XVIe Année, Tome I, 9e Livraison, Paris, 1867; 8°.

Commissão geologica de Portugal: Descripção do solo quaternario das bacias hydrographicas do Tejo e Sado, por Carlos Ribeiro. 1° Caderno. Lisboa, 1866; 4°. — Gasteropodes des depositos terciarios de Portugal, por Pereira da Costa. 2° Caderno. Lisboa, 1867; 4°.

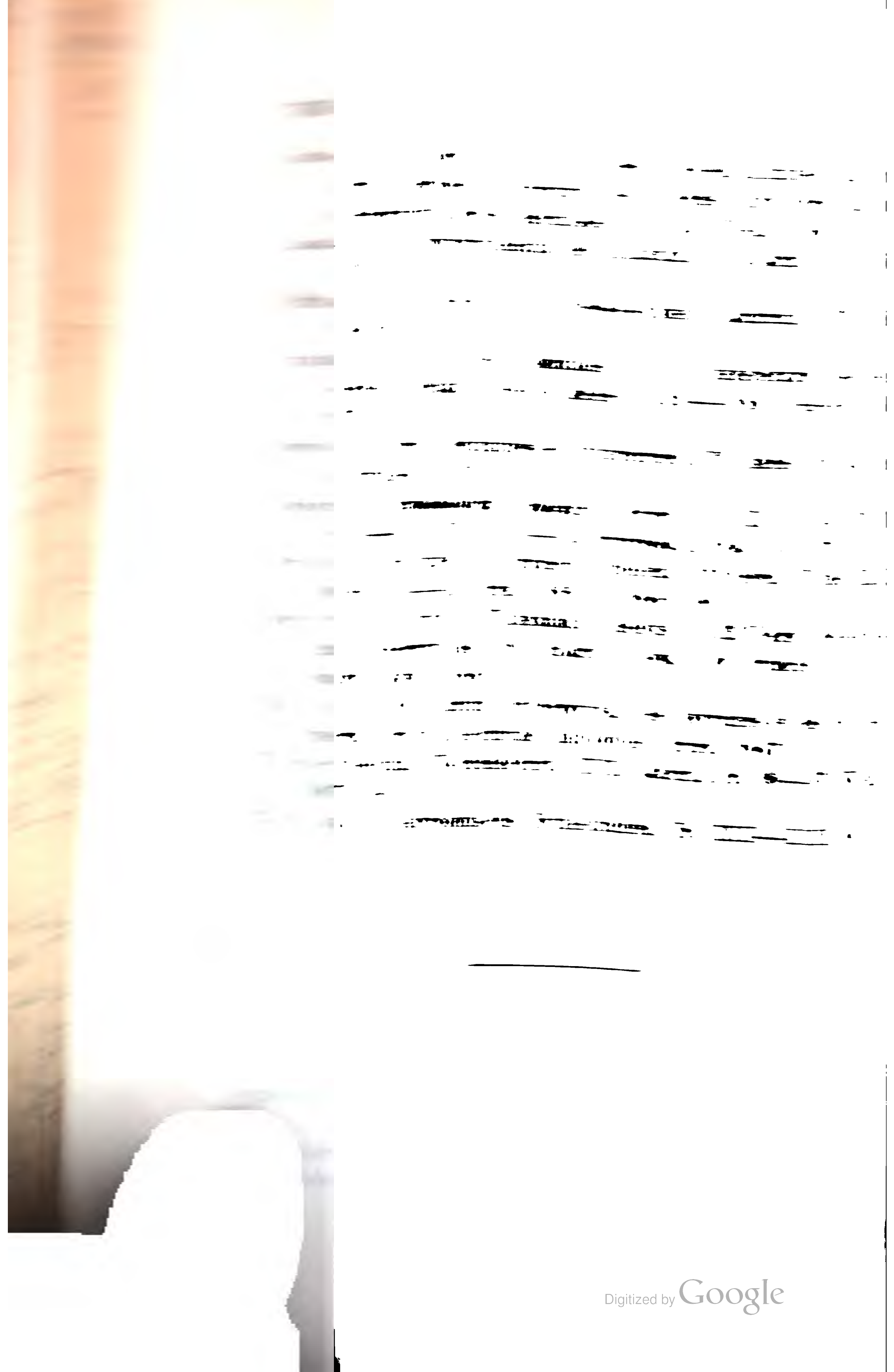
Favre, Alphonse, Rapport sur les travaux de la Société de Physique et d'Histoire naturelle de Genève de Juin 1866 à Mai 1867. 4°.

Franke, A. M., Neue Theorie über die Entstehung der krystallinischen Erdrindeschichten etc. Sebnitz; 8°.

Gastrell, J. E., and H. F. Blanford, Report on the Calcutta Cyclone of the 5th October 1864. Calcutta, 1866; 8°.

Gewerbe-Verein, n.-ö.: Verhandlungen und Mittheilungen. XXVIII. Jahrg. Nr. 28. Wien, 1867; 8°.

Hirsch, A., et E. Plantamour, Nivellement de précision de la Suisse exécuté par la commission géodésique fédérale. 1re Livraison. Genève & Bale, 1867; 4°.



Die thermischen Verhältnisse der Luftströmungen auf dem Obir (6288 Par. Fuß) in Kärnthen.

Von **Julius Hann.**

(Mit 1 Tafel.)

Leopold v. Buch berechnete zuerst für mehrere Orte den jeder Windrichtung entsprechenden mittleren Barometerstand und führte die so erhaltenen Zahlenreihen als „barometrische Windrosen" in die Wissenschaft ein. Als eine Ursache des verschiedenen Luftdruckes bei verschiedenen Winden erkannte man früh die ungleiche Wärme derselben. Dove aber hat zuerst den Zusammenhang beider Phänomene genauer nachgewiesen, indem er aus den Pariser Beobachtungen die mittlere Temperatur jedes Windstriches für die Jahreszeiten und das Jahr berechnete und die so erhaltene „thermische Windrose" mit der barometrischen verglich [1]). Zählt man 16 Windrichtungen von Nord über Ost und nennt b_n das Jahresmittel des Barometerstandes, t_n das der Temperatur bei dem Winde n, so gelten für Paris mit großer Annäherung folgende Gleichungen (in denen a, a' und b, b' gewisse Constanten):

$$b_n = a + b \sin (80^\circ\ 9' + 22^\circ\ 30'\ n)$$
$$t_n = a' - b' \sin (72^\circ\ 59' + 22^\circ\ 30'\ n).$$

Mit Vernachlässigung des geringfügigen Unterschiedes in der Winkelconstante berechtigten sie Dove den Satz auszusprechen: „Der Luftdruck nimmt in der Windrose nach demselben Gesetze ab, nach welchem die Temperatur steigt".

Dies Gesetz, das im Jahresmittel klar sich ausspricht, scheint aber in der wärmeren Jahreszeit seine Geltung zu verlieren. Der Vergleich sämmtlicher bisher berechneter barometrischer und thermischer Windrosen läßt mit großer Übereinstimmung folgende Thatsachen erkennen. Im Winter liegen Maximum des Luftdruckes und Minimum der Temperatur sich sehr nahe zwischen N. und NO.,

[1]) Pogg. Ann. Bd. XI.



eben so Minimum des Druckes und Maximum der Temperatur zwischen S. und SW.; bei einer regelmäßigen Drehung des Windes sind die Veränderungen an beiden Instrumenten auf der Ostseite der Windrose entgegengesetzt jenen auf der Westseite. In der wärmeren Jahreszeit aber, am auffallendsten im Sommer, ist der Gang der beiden meteorologischen Elemente nicht mehr gerade diametral. Die höchste Temperatur tritt bei Südost, ja selbst bei Ost ein, die niedrigste bei N. und NW., ja selbst bei West, während der Gang des Luftdruckes fast völlig derselbe wie im Winter bleibt. Dem Winde von höchster Temperatur entspricht nun nicht mehr der kleinste Luftdruck, dem kältesten nicht mehr der höchste.

Es ist nicht schwer für diese scheinbare Abweichung von dem oben ausgesprochenen Gesetze eine Erklärung zu geben. In der kühleren Jahreszeit ist der Einfluß der Winde auf die Temperatur weit größer als jener der Insolation. Mit zunehmender Declination der Sonne wird die Insolationswärme immer einflußreicher. Bei den heitern östlichen Winden steigert sich darum die Wärme bis zu einem Maximum, bei den trüben, Regen und Verdunstungskälte bringenden westlichen muß sie naturgemäß sinken. Da aber die Insolation zunächst nur die Wärme der untersten, dem Boden nächsten Luftschichten bestimmt, so kann und muß man fragen, ob die Verhältnisse, die wir am Boden des Luftmeeres beobachten, maßgebend sind für die ganze Mächtigkeit jener Luftsäule, welche auf das Barometer wirkt; ob nicht schon in einer Höhe, gering genug um noch bewegte Luftschichten von einflußreicher Mächtigkeit über sich zu lassen, die Eigenwärme der Winde, die sie von ihren Ausgangspunkten mitbringen, von der Insolationswärme der tieferen Schichten keine wesentlichen Änderungen mehr erleidet und somit der scheinbare Conflict der barischen und thermischen Windrose sich auflöst?

Dies ist auch Dove's Ansicht. Er suchte eine Begründung durch die Beobachtungen am St. Bernhard zu liefern. In der That hatte in drei zur Rechnung gezogenen Jahren der SW. im Juli eine höhere Temperatur als der NO. Da aber am Hospitz des St. Bernhard in Folge seiner Lage nur südwestliche und nordöstliche Winde vorkommen, gestatten die Beobachtungen daselbst keine entscheidende Rechnung. Als darum jüngst wieder Dr. Prestel in der von ihm in höchst verdienstlicher Weise bearbeiteten Windrose von Emden abermals auf jenen Widerstreit zwischen dem Gange des Luftdruckes

und der Wärme stieß, glaubte er betonen zu müssen, daß vom April bis September das von Dove ausgesprochene Gesetz seine Giltigkeit verliere [1].

Die Berechnung der thermischen Windrose eines sehr hoch gelegenen Ortes, dessen freie Lage keine der Windrichtungen ausschließt, mußte darum von großem Interesse scheinen. Man mochte aber füglich zweifeln, einen Ort zu finden, der eine mehrjährige Beobachtungsreihe und jene Eigenschaften zusammen aufweisen könne. Wir besitzen aber in Österreich eine solche meteorologische Station, es ist Hochobir in Kärnthen. Eine Durchsicht der Vertheilung der beobachteten Windrichtungen beruhigte mich hierüber völlig. Auf meine Bitte stellte mir die Direction der k. k. Centralanstalt für Meteorologie in sehr gütiger Weise das ganze Beobachtungsmateriale dieser Station zur Verfügung.

Bevor ich aber zur Art der Berechnung und Besprechung ihrer Resultate übergehe, erlaube ich mir eine nähere Schilderung der Station Hochobir voraus zu schicken, die ich einer freundlichen brieflichen Mittheilung des um die Meteorologie Kärnthens hoch verdienten Fabriksdirectors Herrn Prettner in Klagenfurt verdanke.

„Die Beobachtungsstation Obir III (besser Hochobir) hat eine so ausgesprochene Gipfellage, als nur irgendwo practisch sich wird finden lassen. Sie liegt nur 220 Wr. Fuß unter dem steil sich zuspitzenden höchsten Gipfel des Berges (6751 W. F.), der gegen N. und NW. fast senkrecht abbricht. Das Berghaus liegt an der steil nach SW. abdachenden Lehne des Gipfels, hat fast kein ebenes Terrain in seiner Umgebung und nur sehr wenig Masse des Berges über sich. Das Thermometer hängt an einem starken Pflocke vor dem Hause, auf welchem auch eine freilich nicht sehr leicht bewegliche Windfahne angebracht ist. Auf die Temperatur um 2^h mag die Einwirkung der Insolation des kahlen steinigen Bodens, freilich nur an sehr sonnigen Sommertagen, von einigem Einfluß sein.

Gedeckt ist die Station somit nur gegen N. und NO.; das hindert aber wenig oder gar nicht, daß die N. und NO.-Winde, wenn sie nicht sehr schwach sind, an derselben sich bemerkbar machen; stürmische wehen, wie ich mich wiederholt selbst überzeugte, mit einer Heftigkeit, als ob die schützende Berglehne gar nicht vorhanden wäre.

[1] Die thermische Windrose für Nordwest-Deutschland. Jena 1861.



Der Obir ist ein vom Zuge der Karawanken sich abtrennender, weit in die Ebene vorspringender Berg, allenthalben umgeben von tief eingeschnittenen Thälern. Gegen NW., N. und NO. hat er nur Ebene und mäßiges Hügelland vor sich. Die nächsten Spitzen des Kalkzuges selbst erheben sich nicht zur Höhe der Station. Nur gegen Südost liegt in kaum zwei Meilen Entfernung der mächtige Gebirgsstock der Steiner Alpen, an mittlerer Kammhöhe fast die Station erreichend, mit mehreren Gipfeln sie noch um mehr als 1000 Fuß überragend. Von dieser Seite wäre daher ein Einfluß auf die südöstlichen Winde möglich."

Man ist gewiß Herrn Prettner zu großem Danke verpflichtet, daß er an einer so überaus günstigen Örtlichkeit schon seit 1846 Temperaturbeobachtungen anstellen läßt. Die Windrichtungen wurden früher nur geschätzt, eine Windfahne wurde gegen Ende des Jahres 1859 angebracht. Nach sorgfältiger Prüfung der Beobachtungen fand ich mich darum veranlaßt, nur die kürzere neuere Reihe 1860—66 der Berechnung zu unterziehen, um die Resultate vor jedem Einwurf zu sichern. Beobachter ist Herr Bergbeamter Lorenz Malle. Man erfüllt nur eine Pflicht, wenn man bei einer meteorologischen Arbeit nicht verschweigt, wem man das Beobachtungsmateriale zu danken hat.

Die mittlere Vertheilung der Windrichtungen, die ich in Procenten ausgedrückt auf Tafel V zusammengestellt habe, legt das günstigste Zeugniß ab für die Verläßlichkeit dieser Beobachtungen. In allen Jahreszeiten sind Südwest und Nord die häufigsten Winde, während die anderen Windrichtungen ziemlich regelmäßige Übergänge vermitteln. Auch das sonst bekannte Verhältniß der Zunahme der östlichen und südlichen Winde im Frühlinge und Herbst treffen wir wieder in dieser Höhe an. Das größte Übergewicht des SW. tritt im Juli und August ein. Kleinere Unwahrscheinlichkeiten in der Windvertheilung in einzelnen Monaten finden eine hinlängliche Erklärung in dem Umstande, daß die ersteren Jahre der benutzten Reihe nicht ohne Beobachtungslücken sind. Alle Winde wehen auf dem Obir viel länger und constanter aus einer Richtung, als man in der Tiefe zu beobachten gewohnt ist. Die freie Gipfellage wird eben so charakterisirt durch die Häufigkeit der Stürme. Am häufigsten wehen stürmisch der SW., N. und S., aber auch Stürme aus NW., NO., SO. sind zahlreich; nur Ost und West

bleiben hierin sehr zurück, ersterer ist zudem der seltenste Wind. Eine Beeinträchtigung der Südostwinde ist nicht zu erkennen.

Die Berechnung der Temperaturbeobachtungen geschah in der Art, daß ich die Monatmittel jeder Beobachtungsstunde für jede Windrichtung ableitete und diese dann, ohne eine Correction anzubringen, zu Tagesmitteln vereinigte. Da keine tägliche Periode in der Windrichtung sich hier geltend macht, ist das Gewicht der einzelnen Stundenmittel, die in solcher Weise zu Tagesmitteln vereiniget werden, nicht so ungleich, um Störungen besorgen zu müssen (Tafel IV). Überdies lag mir sehr daran, die mittleren Morgentemperaturen für die einzelnen Monate zu erhalten, in denen der Einfluß des erwärmten Bodens am meisten eliminirt ist, ein Einfluß, der selbst um 9^h Abends noch nicht ganz wirkungslos geworden sein mag. Die Temperaturen um 19^h mögen darum am genauesten der Temperatur der freien Atmosphäre entsprechen. Ich glaube kaum, daß man den Einwurf erheben kann, die lebhafte nächtliche Wärmestrahlung in solcher Höhe möge die Morgentemperaturen jener Winde, die den Himmel aufhellen, erniedrigen. An der steilen Berglehne ist dieser Einfluß weit schwächer als in der Tiefe, denn die am erkalteten Boden abgekühlte Luft sinkt sogleich in die Tiefe und wird durch wärmere aus der umgebenden freien Atmosphäre ersetzt.

Aus diesen Gründen möchte ich den auf Tafel III mitgetheilten mittleren Temperaturen der Jahreszeiten um 7^h Morgens eine größere Bedeutung zuerkennen, als den Mitteltemperaturen aus allen Beobachtungsstunden selbst. Vergleichbarer mit andern schon für viele Orte berechneten thermischen Windrosen ist Tafel I. Die Werthe der Constanten der Bessel'schen Formel habe ich darum aus diesen Werthen hergeleitet, und Lage und Betrag der Maxima und Minima darnach für die Jahreszeiten und das Jahr bestimmt (s. Taf. II). Zur Beurtheilung der Verläßlichkeit aller dieser Mittel kann Taf. IV dienen, indem sie die Monatmittel jeder Beobachtungsstunde für die acht Windrichtungen enthält und sogleich daneben die Anzahl der Beobachtungen, die ihnen zu Grunde liegen.

Was die thermische Windrose des Obir von allen andern unterscheidet, ist die fast völlig unveränderliche Lage des Minimums zwischen N. und NO. und des Maximums zwischen SW. und W. in allen Jahreszeiten. Hiedurch kommt sie in eine große Übereinstimmung mit den barometrischen Windrosen. Nur in den entschie-

densten Sommermonaten im Juli und August und im October (?) tritt bei Ostwinden wieder als ein secundäres Maximum auf, was im Tieflande eine völlige Verschiebung der Wärmevertheilung zu erzeugen im Stande ist. Dieses zweite Maximum ist aber auf Tafel III (Stunde 19) nicht vorhanden. Es war zu erwarten, daß der Einfluß der Insolation, der es hervorruft, auch in dieser Höhe nicht völlig verschwinden werde, da die directe Sonnenwärme auf hohen Bergen sehr kräftig ist. Aber was als erwärmter fester Boden über 6000 Fuß aufragt, liegt hier zu inselförmig vereinzelt im weiten diathermanen Luftmeere, als daß es ebenso störend wie in der Tiefe wirken könnte. Sonderbarer ist die Einbiegung der Temperaturcurve bei Südwestwind, die in manchen Monaten sich zeigt, und im Mittel von 19^h und in den der Jahreszeiten noch immer hervortritt. Die Curve bekommt hiedurch eine sehr complicirte Gestalt. Die durch die Formel erhaltenen und graphisch dargestellten Werthe verschieben diese secundäre Einbiegung weiter gegen Süd und Südsüdost.

Es dürfte schwer fallen die anormal niedrige Temperatur des SW. zu erklären, da die Witterungsvorgänge in dieser Höhe manches Eigenthümliche haben mögen. Zu berücksichtigen möchte hiebei sein, daß der Südwest am häufigsten als Sturm auftritt und an Niederschlägen reich sein wird. Der West ist ein schwächerer heiterer Wind von auffallender Wärme. Ist hiebei die durch die Niederschläge frei gewordene Wärme mit im Spiele? Verdanken die Westwinde des Obir ihre Wärme und Heiterkeit dem Umstande, daß sie über das ganze Massiv der Alpen hinwegwehen mußten, und dabei was sie an Wasserdampf einbüßten, an Wärme gewannen? Der Westwind allein erhöht im tiefsten Winter die mittlere Mittagstemperatur über den Gefrierpunkt. Daß der Westwind ein heiterer Wind ist, während der Südwind der trübste von allen Winden, ist keine bloße Behauptung. Aus Tafel IV habe ich für alle Winde die mittlere tägliche Temperaturschwankung abgeleitet. Als Maß derselben betrachte ich die Summe der Differenzen der Temperaturen um 19^h und 9^h von jener um 2^h. In der Reihe der so erhaltenen Zahlen erhält man zugleich einen Maßstab zur Beurtheilung und Schätzung des Einflußes der Insolationswärme, oder der im positiven Sinne wirksamen Störung der Eigenwärme der Winde:

N	NO	O	SO	S	SW	W	NW
7°40	7°63	7°87	6°11	3°87	5°92	10°16	8°86.

Die störende Ursache hat somit zwei Maxima, ein primäres bei West und ein secundäres bei Ost, ein auffallendes Minimum erscheint bei Süd. Nun erklärt sich die dreifach gegipfelte Curve der unmittelbaren Beobachtungswerthe. Sie ist entstanden durch Summirung zweier einfacher gekrümmter Curven. Die eine dem Temperaturgange bei verschiedenen Winden in der freien Atmosphäre entsprechende hat vielleicht nur das Maximum zwischen Süd und Südwest, die Curve der Insolationswärme hat deren zwei bei West und Ost, letzteres erscheint nur im Sommer selbstständig.

Unter Berücksichtigung dieser Verhältnisse scheint mir die Übereinstimmung im Gange des Luftdruckes und der Temperatur eine vollständige zu werden. In 6000 Fuß Höhe hat man kaum mehr als etwa ein Fünftel des gesammten Luftdruckes unter sich, schon aber hat die Insolation ihr Übergewicht über die Temperatur der Winde fast völlig verloren. Ganz scharfe Resultate in dieser Hinsicht könnten nur Beobachtungen in freier Höhe der Atmosphäre liefern. Als erste Annäherung muß man sich begnügen, den für die Morgenstunden erhaltenen Gang der Temperatur mit dem des Luftdruckes in der Windrose zu vergleichen.

Auf dem Obir befindet sich kein Barometer und für Klagenfurt und andere nahe liegende Stationen lassen sich keine Windrosen ableiten, da in den Gebirgsthälern die Windrichtungen mannigfach abgelenkt oder selbst ganz aufgehalten sind. Glücklicherweise sind die Änderungen des Luftdruckes in der Windrose für alle westeuropäischen Orte so nahe übereinstimmend, daß man es wagen darf, eine entferntere Station in Vergleichung zu ziehen. Am geeignetsten schien mir Prag hiezu, da die Vertheilung der verschiedenen Windrichtungen jener am Obir noch am nächsten kommt. Zudem besitzen wir für Prag eine auf 40jährige Beobachtungen gestützte barometrische Windrose [1]). Es fällt hiernach in allen Monaten das Minimum des Luftdruckes zwischen S. und SW., das Maximum zwischen N. und NO., letzteres liegt im Winter und Herbste am östlichsten, gerade wie am Obir das Minimum der Temperatur. Da ferner an letzterem Orte ebenfalls die Lage des Minimums und Maximums der Temperatur das ganze Jahr hindurch kaum sich verändert, so braucht man für

[1]) C. Fritsch: Grundzüge einer Meteorologie im Horizonte von Prag. 185,

beide Orte nur die Jahrescurven zu vergleichen, da sie die Repräsentanten selbst der speciellen Verhältnisse der Monate sind.

Der jährliche Gang des Luftdruckes in der Windrose von Prag wird dargestellt durch die Gleichung:

$$b_n = 329\overset{m}{.}91 + 0\overset{m}{.}883 \sin(58^\circ 5' + 45^\circ x) + 0\overset{m}{.}111 \sin(157^\circ 29' + 90^\circ x).$$

Jener der mittleren Luftwärme um 19ʰ am Obir

$$t_n = -0\overset{\circ}{.}477 + 2\overset{\circ}{.}643 \sin(235^\circ 59' + 45^\circ x) + 0\overset{\circ}{.}730 \sin(244^\circ 2' + 90x).$$

Nach diesen Formeln wurden die zwei letzten Curven der beigegebenen Tafel construirt.

Erlaubt man sich die aus letzterer Gleichung sich ergebenden wahrscheinlicheren Werthe für SW. und W. in die Beobachtungen einzureihen, da der durch diese gegebene Werth für W. jedenfalls etwas zu hoch sein dürfte, so erhält man:

$$t_n = -0\overset{\circ}{.}436 + 2\overset{\circ}{.}709 \sin(237^\circ 52' + 45^\circ x) + 0\overset{\circ}{.}545 \sin(251^\circ 18' + 90x).$$

Wirft man die dritten Glieder, die keinen zu großen Einfluß mehr haben, weg, so erhält man für Prag mit großer, für den Temperaturgang auf dem Obir mit ziemlicher Annäherung:

$$b_n = a + b \sin(58^\circ\ 5' + 45^\circ x)$$
$$t_n = a' - b' \sin(57^\circ 52' + 45^\circ x)\ ^{1)}$$

oder allgemeiner

$$b_n = a + b \sin(\alpha + x); \qquad t_n = a' - b' \sin(\alpha + x).$$

In diesen Gleichungen spricht sich wiederum jener oben erwähnte Satz Dove's aus, daß der Luftdruck nach demselben Gesetze abnimmt, nach welchem die Temperatur steigt und umgekehrt. Die hier gegebene Ableitung gilt aber für alle Jahreszeiten [2]).

Aus diesem Gesetze fließt mit Nothwendigkeit ein Satz, den ebenfalls Dove schon ausgesprochen hat: die Temperaturabnahme

---

[1]) Bezeichnen *B* die beobachteten, *B* die durch diese abgekürzte Formel berechneten Werthe:

	N	NO	O	SO	S	SW	W	NW
B	—3°41	—3°09	—1°41	0°23	1°57	1°22	2°20	—0°82.
B	—2·73	—3·08	—1·88	0·15	1·86	2·21	1·01	—1·02.

[2]) Denn selbst für den Sommer gilt die Gleichung:

$$t_s = 4{\cdot}941 + 2\ 232 \sin(231^\circ 25' + 45^\circ x) + 0{\cdot}996 \sin(272^\circ 9' + 90^\circ x).$$

nach oben ist bei verschiedenen Winden verschieden, sie muß in der wärmeren Jahreszeit bei nördlichen und östlichen Winden größer sein, als bei südlichen und westlichen. Eine indirecte Begründung hat dieser Satz schon lange gefunden in den bekannten Thatsachen der schnellsten Temperaturabnahme nach oben am Nachmittage und im Sommer. Eine directe Begründung und Untersuchung dieses Verhältnisses durch die Beobachtungen an den Stationen Kärnthens habe ich bereits in Angriff genommen.

Die Höhe von mehr als 6000 Fuß liegt schon so nahe in der mittleren Wolkenregion, daß die thermische Windrose eines solchen Punktes noch für manche Fragen namentlich in Bezug auf die Hydrometeore von Interesse sein dürfte. Ich verspare mir weitere Folgerungen auf eine spätere Zeit, indem ich nur einige Punkte kurz berühre. Das schnelle Sinken der Temperatur von West nach Nord correspondirt augenscheinlich mit der schnellen Zunahme des Luftdruckes und der rasch sich verdichtenden Wolkendecke, wenn der Wind von West nach NW. geht. Die größte Temperaturdifferenz zeigen die Winde im Februar: 7°67, die kleinste im Juli mit noch 5°6 R. So große Differenzen in der Wärme der Luftströme finden sich in der Tiefe erst in der Breite von Stockholm und Petersburg. Die Gelegenheit zu Niederschlägen ist somit in dieser Höhe viel reichlicher gegeben als in größerer Nähe am Erdboden.

Wenn man nach der Verläßlichkeit fragt, mit welcher siebenjährige Mittelwerthe die den Winden eigenthümlichen Temperaturen darstellen mögen, so glaube ich hat man zu trennen den absoluten Betrag der Mittel und das Verhältniß derselben zu einander. Daß letzteres schon ziemlich richtig dargestellt wird, sehe ich ausgesprochen in der Übereinstimmung, welche alle Monate hierin zeigen. Zu kalte und zu warme Jahre wirken zudem auf die Temperatur aller Winde erniedrigend oder erhöhend. Den absoluten Betrag der Mittel aber darf man für minder verläßlich ansehen. Derselbe ist überhaupt nicht innerhalb so enger Grenzen eingeschlossen und hat nicht dieselbe Bedeutung, wie sie etwa den mittleren Temperaturen der Monate zukommt, obgleich auch die Zahlengrößen der Windrosen von gewissen unveränderlichen Verhältnissen (die geographische Position des Ortes, die Vertheilung der festen und flüssigen Erdoberfläche in seiner weiteren Umgebung) ihre Norm empfangen. Ich habe den Versuch gemacht, die Größe der Schwankungen in der mittleren

Temperatur der Haupt-Winde zu untersuchen, erhielt aber bei der geringen Zahl der untersuchten Jahre und der Lücken in den Beobachtungen während einiger derselben keine verläßlichen Resultate. Wie einflußreich man sich aber den Effect mancher Jahre auf die Mittelwerthe zu denken hat, möchte ein Beispiel liefern der Mai 1866, der eine Mitteltemperatur des Nordwindes von —3°02 ergibt, gegen den Mittelwerth —0·43, den er von 2°66 auf diesen Betrag zu erniedrigen vermochte. Eben so hatte der NW. im November desselben Jahres eine Mittelwärme von —6°8, während das allgemeine Mittel —2°89, ohne 1866 aber —0·9, beträgt.

Eine sehr populäre Vorstellung setzt die Atmosphäre Europa's in unmittelbaren häufigen Verkehr mit jener Afrika's durch die heißen dort aufsteigenden Luftströme. Die Höhe des Obir, seine Lage auf der Südseite der Alpen müßten ihn jenen heißen trockenen Südwinden sehr aussetzen. Lägen die afrikanischen Wüsten im Westen von Europa, so würden die Zahlen auf Tafel I einem regelmäßigen Luftaustausch beider Nachbarcontinente auffallend günstig sein und in der überraschenden Wärme des Westwindes und seiner Heiterkeit würde niemand den Wüstenwind verkennen wollen. So aber liegen sie im Süden, und selbst wenn die Winde von dorther ohne Ablenkung im Parallel des Obir anlangen möchten, so müßten sie wenigstens eines ihrer afrikanischen Attribute ganz verloren haben, da der Südwind des Obir ein feuchter Wind ist. Zudem müßte in der wärmeren Jahreszeit das Maximum bei Südwinden am schärfsten hervortreten, denn nur dann ist der nordafrikanische Boden übermäßig warm. Gerade um diese Zeit entfernt sich das Maximum am weitesten nach West. Wozu braucht man überhaupt die afrikanische Luftheizung, wenn weitaus die größte Wärme von West kommt? Man wende nicht ein, die Erscheinung heißer Südwinde möge im Mittel schon unterdrückt und verdunkelt sein. Darf man dann als einen klimatischen Factor in Betracht ziehen, was auf mittlere Zustände ohne Einfluß bleibt?

I. Mittlere Tagestemperaturen der Monate und Jahreszeiten bei den verschiedenen Windrichtungen.

(Grade Réaumur.)

	N	NO	O	SO	S	SW	W	NW
December...	—3°58	—6°80	—4°96	—2°64	—1°17	—1°94	—0°69	—5°73
Jänner.....	—6·30	—5·00	—7·03	—2·83	—3·53	—3·99	—0·44	—3·17
Februar....	—8·12	—7·87	—4·88	—3·01	—2·16	—1·85	—0·45	—3·67
März.......	—6·96	—5·67	—3·96	—2·60	—1·89	—1·74	—1·48	—4·40
April......	—2·73	—3·22	—1·35	—0·61	0·39	0·71	3·27	1·28
Mai........	—0·43	2·20	3·64	3·08	5·23	4·13	6·22	4·21
Juni.......	3·00	4·18	4·73	5·45	6·32	7·24	8·27	5·30
Juli.......	5·25	6·49	8·57	6·56	7·33	8·02	10·41	5·98
August.....	3·56	4·66	8·66	7·24	8·24	8·51	10·62	9·97
September .	2·57	3·66	5·42	5·73	7·09	6·71	7·93	5·75
October .. .	—0·43	—1·39	3·04	3·03	3·02	3·01	6·52	2·25
November ..	—4·28	—4·75	—3·19	—0·74	—0·37	—0·08	2·19	—2·89
Winter.....	—5·97	—6·56	—5·62	—2·83	—2·29	—2·59	—0·53	—4·19
Frühling....	—3·37	—2·23	—0·56	—0·04	1·24	1·03	2·67	0·36
Sommer....	3·94	5·11	7·32	6·42	7·29	7·92	9·77	7·08
Herbst.....	—0·71	—0·83	1·76	2·67	3·25	3·21	5·55	1·70
Jahr.......	—1·53	—1·13	0·72	1·55	2·37	2·39	4·36	1·24

II. Berechnete Werthe für die Jahreszeiten und das Jahr.

(Grade Réaumur.)

Winter .... $T_x = -3°822 + 2°544 \sin(227°\ 2' + x45°) + 0°747 \sin(224°37' + 2x\,45°)$

Frühling...... $T_x = -0·112 + 2·205 \sin(228°45' + x45°) + 1·125 \sin(250°16' + 2x\,45°)$

Sommer...... $T_x = 6·856 + 1·727 \sin(224°45' + x45°) + 1·469 \sin(265°26' + 2x\,45°)$

Herbst........ $T_x = 2·075 + 2·394 \sin(231°31' + x45°) + 1·291 \sin(247°22' + 2x\,45°)$

Jahr.......... $T_x = 1·246 + 2·216 \sin(228°12' + x45°) + 1·125 \sin(250°10' + 2x\,45°)$

Temp. d. Stunde
19ʰ im Jahre .. $T_x = -0·477 + 2·643 \sin(235°59' + x45°) + 0·730 \sin(244°\ 2' + 2x\,45°)$.

	Lage des		Betrag		
	Minimum	Maximum	Minimum	Maximum	Differenz
Winter	N 32° O	S 76° W	−7°02	−1°47	5°55
Frühlinge	N 20° O	S 81° W	−3·22	2·48	5·70
Sommer	N 16° O	S 81° W	4·04	9·61	5·57
Herbst	N 20° O	S 79° W	−1·43	4·81	6·24
Jahr	N 20° O	S 81° W	−1°87	3°84	5°71

	Tagesmittel					Temper. um 19^h im Jahre
	Winter	Frühling	Sommer	Herbst	Jahr	
N	−6·21	−2·83	+4·18	−0·99	−1·46	−3·32
NNO	−6·95	−3·22	+4·14	−1·42	−1·86	−3·76
NO	−6·90	−2·69	+5·01	−0·80	−1·35	−3·39
ONO	−6·14	−1·61	+6·21	+0·47	−0·27	−2·44
O	−5·03	−0·51	+7·09	+1·78	+0·83	−1·30
OSO	−3·97	+0·20	+7·31	+2·61	+1·53	−0·51
SO	−3·20	+0·41	+6·96	+2·84	+1·75	+0·35
SSO	−2·76	+0·38	+6·56	+2·75	+1·73	+0·74
S	−2·49	+0·49	+6·61	+2·76	+1·84	+1·06
SSW	−2·19	+0·96	+7·33	+3·18	+2·32	+1·42
SW	−1·81	+1·71	+8·47	+3·96	+3·08	+1·80
WSW	−1·51	+2·35	+9·41	+4·66	+3·72	+1·97
W	−1·56	+2·40	+9·55	+4·76	+3·78	+1·66
WNW	−2·19	+1·61	+8·65	+3·93	+3·00	+0·94
NW	−3·38	+0.12	+6·98	+2·30	+1·50	−0·66
NNW	−4.87	−1·57	+5·25	+0·42	−0·19	−2·17

III. Mittlere Temperatur der Beobachtungsstunden in den Jahreszeiten.

	N	NO	O	SO	S	SW	W	NW
				19^h				
Winter	−7°94	−8°48	−6°88	−3°92	−2°73	−3°53	−2°16	−5°95
Frühling	−5·83	−4·26	−2·85	−1·64	0·39	−0·45	0·00	−1·98
Sommer	2·12	2·80	4·68	4·79	6·23	6·66	7·66	4·59
Herbst	−2·00	−2·44	−0·59	1·68	2·41	2·21	3·30	0·04
Jahr	−3·41	−3·09	−1·41	0·23	1·57	1·22	2·20	−0·82
				2^h				
Winter	−3·34	−3·97	−3·51	−1·23	−1·60	−1·26	2·28	−1·45
Frühling	−0·33	0·39	2·39	2·28	2·79	3·34	6·43	3·47
Sommer	6·31	8·05	9·89	9·42	8·90	10·06	13·15	10·41
Herbst	1·30	1·49	4·62	4·02	4·61	4·66	9·07	4·34
Jahr	0·98	1·42	3·35	3·62	3·67	4·45	7·76	4·19

	N	NO	O	SO	S	SW	W	NW
				9h				
Winter	−6°71	−7°22	−6°46	−3°32	−2·54	−2·97	−1·69	−5·20
Frühling	−3·95	−2·81	−1·21	−0.76	0·54	0·21	1·59	−0·39
Sommer	3·39	4·49	7·39	5.37	6·76	7·05	8·49	6·25
Herbst	−1·44	−1·26	1·24	2.31	2·72	2·77	4·27	0·72
Jahr	−2·03	−1·70	0·24	0·90	1·90	1·76	3·16	0·34

IV. Mitteltemperatur der Monate zu den Stunden 19h 2h 9h und Anzahl der Beobachtungen.

N		NO		O		SO	
December.							
−5°30	30	−7°90	26	−6°65	10	−3°25	2
−1·10	30	−5·20	25	−2·54	11	−2·00	2
−4·34	29	−7·31	26	−5·68	11	−2·66	3
Jänner.							
−7·90	34	−7·00	17	−8·00	5	−4·40	5
−4·20	34	−2·50	22	−4·00	5	−0·30	7
−6·80	35	−5·50	19	−9·10	4	−3·80	6
Februar.							
−0·62	33	−0·55	10	−6·00	6	−4·12	4
−4·73	32	−4·29	10	−4·00	5	−1·40	5
−9·00	34	−8·85	10	−4·60	6	−3·50	7
März.							
−9·06	23	−7·50	11	−7·00	3	−4·68	14
−4·09	22	−3·28	9	−0·62	4	−0·50	15
−7·72	25	−6·22	9	−4·25	4	−2·62	12
April.							
−5·30	33	−5·83	16	−2·90	10	−1·94	9
0·39	27	−0·25	20	1·15	10	2·83	9
−3·27	29	−3·59	18	−2·30	10	−2·71	7
Mai.							
−3·12	20	0·54	12	1·34	16	1·71	12
2·70	20	4·69	13	6·64	21	4·50	13
−0·86	21	1·37	12	2·93	15	3·04	12
Juni.							
1·19	18	2·66	36	3·33	6	3·80	18
4·85	20	6·29	37	6·00	4	7·75	24
2·96	24	3·61	35	4·86	7	4·81	14

N		NO		O		SO	
Juli.							
3°50	10	3°61	13	5°00	3	5°71	12
8·39	9	10·07	13	11·60	5	10·12	16
3·86	11	5·78	14	9·12	4	4·85	10
August.							
1·67	34	2·13	11	5·72	9	4·88	23
5·68	30	7·79	12	12·07	7	10·40	26
3·34	32	4·07	13	8·21	7	6·45	22
September.							
1·44	24	1·73	17	3·37	12	4·19	26
4·28	23	6·53	15	8·10	10	7·58	31
2·00	22	2·73	17	4·78	9	5·41	26
October.							
—2·11	27	—3·33	24	0·49	35	2·11	18
1·83	27	1·07	21	7·02	36	4·33	21
—1·01	25	—1·91	22	1·61	32	2·64	21
November.							
—5·32	39	—5·72	12	—5·62	4	—1·25	22
—2·21	37	—3·92	12	—1·25	4	0·15	23
—5·30	41	—4·60	10	—2·67	3	—1·11	22

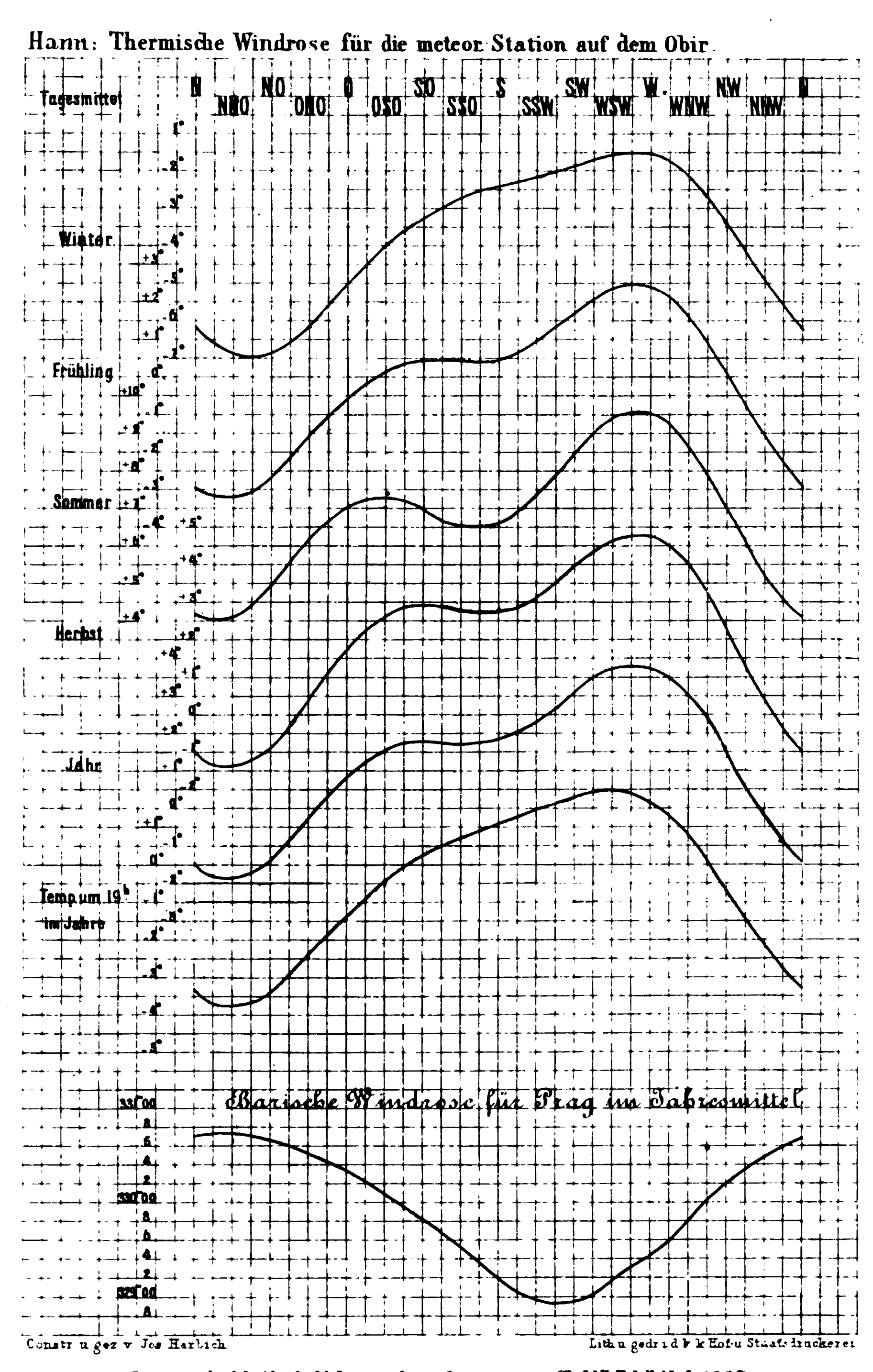
S		SW		W		NW	
December.							
—1°87	11	—2°87	26	—2°86	22	—7°10	30
—0·09	11	—0·82	31	2·74	21	—3·64	28
—1·56	8	—2·12	25	—1·9	24	—6·46	28
Jänner.							
—3·7	13	—4·90	26	—1·55	24	—5·09	43
—2·8	12	—2·40	29	1·50	26	—0·31	42
—4·1	13	—4·60	23	—1·27	26	—4·13	44
Februar.							
—2·63	11	—2·82	30	—2·08	25	—5·66	26
—1·91	12	—0·55	35	2·60	24	—0·41	28
—1·95	9	—2·19	30	—1·86	25	—5·02	27
März.							
—1·92	20	—2·82	36	—3·80	10	—7·08	30
—1·00	21	0·08	38	2·25	10	—0·97	34
—2·75	16	—2·47	34	—2·88	13	—5·15	33

S		SW		W		NW	
April.							
—0°77	15	—1°61	28	0°54	23	—1°04	27
2·13	15	3·87	36	7·11	23	4·84	29
—0·20	17	—0·14	32	2·18	22	0·04	27
Mai.							
3·87	12	3·09	27	3·28	16	2·18	26
7·26	17	6·06	33	9·92	13	6·53	24
4·56	15	3·24	31	5·47	18	3·93	21
Juni.							
5·32	18	6·17	29	6·21	14	3·29	12
8·02	19	9·23	29	11·90	16	7·61	9
5·62	16	6·32	28	6·69	16	5·00	10
Juli.							
6·00	9	6·33	48	8·42	24	4·00	33
8·89	9	10·15	56	13·81	19	8·96	34
7·10	5	7·59	54	9·00	20	4·98	37
August.							
7·37	16	7·49	48	8·34	20	6.50	15
9·79	19	10·80	55	13·75	19	14·66	12
7.57	15	7·25	50	9·77	23	8·77	14
September.							
5·76	23	5·71	39	5·58	25	3·42	17
9·35	23	8·59	44	11·16	25	9·15	16
6·17	26	5·84	37	7·06	29	4·69	18
October.							
2·30	15	1·88	41	3·29	12	0·53	14
4·07	18	4·60	45	12·05	9	4·94	17
2·68	14	2·54	44	4·21	14	1·28	16
November.							
—0·83	32	—0·95	28	1·04	11	—3·82	29
0·42	33	0·78	32	4·00	13	—1·05	29
—0·70	37	—0.06	26	1·54	12	—3·82	29

V. Vertheilung der Windrichtungen in Procenten.

	N	NO	O	SO	S	SW	W	NW
December...	20·0	11·2	2·7	3·5	7·4	15·1	14·8	25·1
Jänner	23·3	6·9	4·0	3·8	7·5	22·4	17·4	14·4
Februar	18·9	16·4	6·8	1·5	6·4	17·4	14·2	18·3
März........	15·7	6·5	2·4	9·2	12·8	24·2	7·4	21·7
April	18·1	10·9	6·1	5·1	9·5	19·5	13·8	16·8
Mai.........	13·8	8·4	11·8	8·4	10·0	20·7	10·7	15·7
Juni	14·0	21·7	3·8	12·5	11·8	19·1	10·2	7·0
Juli.........	6·4	8·5	2·6	8·1	4·9	33·7	13·4	22·2
August.....	18·1	6·8	4·3	13·4	9·4	28·8	11·7	7·7
September..	12·5	8·8	5·6	15·0	12·9	21·7	14·2	9·2
October	13·8	11·7	18.1	10·5	8·3	22·8	6·1	8·3
November...	21·6	6·3	2·0	12·4	18·9	15·9	6·7	16·1
Winter	21	12	5	3	7	18	16	19
Frühling....	16	9	7	8	11	22	11	18
Sommer	13	12	4	11	9	28	12	12
Herbst	16	9	9	13	13	20	9	11
Jahr	16	10	6	9	10	22	12	15

Hann: Thermische Windrose für die meteor. Station auf dem Obir.



XXX. SITZUNG VOM 12. DECEMBER 1867.

Der Secretär legt folgende eingesendete Abhandlungen vor:

„Über die natürliche Familie der Rohrrüßler *(Macroscelides)* und die derselben angehörigen Arten“, von Herrn Dr. L. Fitzinger.

„Über das Verhalten des Kobaltchlorüres zum Wasser und die Farbenänderungen der Kobaltoxydulsalze in der Wärme“, von Herrn Dr. J. Bersch, Prof. am n.-ö. Landes-Realgymnasium zu Baden.

„Die Strömungen des Äthers im Sonnensysteme, nachgewiesen an den physischen Erscheinungen der Kometen“, von Herrn R. Falb, emer. Prof. an der Handels-Akademie zu Graz.

Herr Prof. Dr. R. Kner übergibt eine Abhandlung, betitelt: „Nachträge zur fossilen Fauna von Seefeld und Raibl“.

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Astronomische Nachrichten. Nr. 1669—1670. Altona, 1867; 4°.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LXV, Nr. 21—22. Paris, 1867; 4°.

Carnalia, Emilio, Sulla *Lophoura Edwarsii di Kolliker*. 8°. — Inaugurandosi solennemente nel palazzo del Museo Civico il busto di Georgio Jan. Milano, 1867; 8°.

Cosmos. 3ᵉ Série. XVIᵉ Année, Tome I, 10ᵉ Livraison. Paris, 1867; 8°.

Delesse et Laugel, Revue de géologie pour l'année 1860. 8°.

Felice, Marco, Principii della teoria meccanica dell' elettricità e del magnetismo etc. Firenze, Torino, Milano, 1867; 8°.

Gesellschaft, Deutsche geologische: Zeitschrift. XIX. Band, 3. Heft. Berlin, 1867; 8°.

— naturforschende, des Osterlandes: Mittheilungen aus dem Osterlande. XVIII. Band, 1. & 2. Heft. Altenburg, 1867; 8°. — Verzeichniß der Gesellschafts-Mitglieder. 1867; 4°.

Gewerbe-Verein, n.-ö.: Verhandlungen und Mittheilungen. XXVIII. Jahrg. Nr. 29. Wien, 1867; 8°.

Jahres-Bericht, siebzehnter, des Doctoren-Collegiums der medic. Facultät in Wien. Wien, 1867; 8°.

Kandler, P., Per occasione di via ferrata proposta fra il Dravo di Carintia e Trieste pel Varco Piciano (Prediel.) Trieste, 1867; 8°.

Knoblauch, Hermann, Über den Durchgang der Wärme- und Lichtstrahlen durch geneigte diathermane und durchsichtige Platten. Berlin, 1866; 8°. — Über die Interferenzfarben der strahlenden Wärme. (Aus Poggendorff's Annalen, Bd. 131.) Berlin, 1867; 8°.

Land- und forstwirthschaftl. Zeitung. 17. Jahrg. Nr. 49. Wien. 1867; 4°.

Lotos. XVII. Jahrg. November 1867. Prag; 8°.

Marignac, C., Essais sur la séparation de l'acide niobique de l'acide titanique, Analyse de l'Aeschynite. (Archives des sc. de la Bibl. Univers. Août 1867.) 8°.

Mocenigo, Giovanni, Caldaie solari. Venezia, 1867; 8°.

Moniteur scientifique. 263e Livraison; Tome IXe, Année 1867, Paris; 4°.

Pictet, F. J., Notice sur les calcaires de la porte de France et sur quelques gisements voisins. (Arch. des sc. de la Biblioth. Univers. Oct. 1867.) Genève; 8°.

Programm des k. k. Staats-Gymnasiums zu Brünn für das Studienjahr 1867. Brünn; 4°.

Regel, E., & F. v. Herder, *Enumeratio plantarum in regionibus cis- et transiliensibus a Cl. Semenovio anno 1857 collectarum. Mosquae, 1866; 8°. — Index seminum, quae hortus botanicus imper. Petropolitanus pro mutua commutatione offert. 1866; 8°.* — Sur la valeur de l'espèce. 8°. — Internationale Ausstellung von Gegenständen des Gartenbaues im Frühjahre 1869 in St. Petersburg. 8°.

Revue des cours scientifiques et littéraires de la France et de l'étranger. Ve Année, Nr. 1. Paris, 1867; 4°.

Rühlmann, Moritz Rich., Untersuchung über die Änderung der Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Lichtes im Wasser durch die Wärme. Berlin. 1867; 8°.

Ryan, Mathew, The celebrated Theory of Parallels. Demonstration of the celebrated Theorem. Euclid I, Axiom 12. Washington. 1866; 8°.

Santini, Giovanni, Notizie intorno agli apparati magneto-elettrici per la determinazione delle longitudini geografiche. Padova, 1867; 8°. — Cenni relativi alle osservazioni stellari postume del fu Prof. Virgilio Trettenero etc. (Atti dell' Istit. Veneto. Ser. 3ª. Vol. XII.) 8°.

Saß, Arthur Ferdinand Baron v., Untersuchungen über die Eisbedeckung des Meeres an den Küsten der Inseln Ösel und Moon. (Mélanges phys. et chim. tirés du Bulletin de l'Acad. i. des sciences de St. Pétersbourg. Tome VI.) 8°.

Scarpellini, Caterina, 1867. Le stelle cadenti del periodo di Agosto osservate al Campidoglio. (Estr. dal Bullettino Ozonometrico-Meteorologico Anno X° 1867.) Roma; 8°.

Studenten-Kalender, österr., für das Studienjahr 1868 von Czuberka. Wien; 12°.

Van Lidth de Jeude, Th. G., Catalogue du Muséum d'histoire naturelle de feu —. Utrecht, 1867; 8°.

Verein für Naturkunde zu Cassel: XV. Bericht. 1864—1866. Cassel, 1867; 8°.

Wiener medizin. Wochenschrift. XVII. Jahrg. Nr. 98—99. Wien, 1867; 4°.

Über das Verhalten des Kobaltchlorüres zum Wasser und die Farbenänderungen der Kobaltoxydulsalze in der Wärme.

Von Dr. **Josef Bersch,**

Professor am n.-ö. Landes-Realgymnasium zu Baden.

Das wasserhaltige Kobaltchlorür ändert bekanntlich beim Erwärmen seine johannisbeerrothe Farbe in blau um; nach der bisherigen Annahme verliert es hiebei sein Krystallwasser und geht in wasserfreies Kobaltchlorür über. — Bei genauer Beobachtung der Erscheinungen, welche beim allmäligen Erhitzen von krystallisirtem Kobaltchlorür auftreten, fand ich, daß der Proceß nicht auf diese Weise vor sich gehe, daß vielmehr beim allmäligen Erhitzen das krystallisirte Kobaltchlorür sich in zwei selbstständige Verbindungen umwandelt, ehe es in das wasserfreie Salz übergeht.

Um zu ermitteln, welche Zusammensetzung die Verbindungen des Kobaltchlorüres mit Wasser besitzen, wurde eine Lösung desselben bei genauer Beobachtung der Temperatur verdampft. Bei 111° C. siedet die Flüssigkeit und enthält dann genau auf 1 Äquivalent Kobaltchlorür 6 Äquivalente Wasser; sich selbst überlassen, erstarrt beim Abkühlen die gesammte Flüssigkeit zu einer rothen Krystallmasse, welche der Zusammensetzung $CoCl + 6HO$ entspricht. Nach Proust soll eine concentrirte Lösung von Kobaltchlorür, wenn sie so weit erhitzt wird, daß sie eine blaue Farbe annimmt, blaue Krystalle von wasserfreiem Kobaltchlorür liefern. Dies ist jedoch nicht der Fall, nur eine Lösung von Kobaltchlorür, welche man so weit erhitzt hat, daß sie blau wurde, scheidet Krystalle ab; diese sind aber nicht blau, sondern roth und besitzen die Zusammensetzung des oben angegebenen Hydrates. Erhitzt man eine Lösung von Kobaltchlorür so weit, daß sie in der Hitze Krystalle liefert, so besitzen diese zwar eine blaue Farbe und es sind wahrscheinlich diese Krystalle, welche von Proust für wasserfreies Kobaltchlorür angesehen wurden, während sie in Wirklichkeit einem niederen Hydrate dieses Salzes angehören.

Steigert man die Temperatur von geschmolzenem CoCl+6HO über 111° C., so gibt dasselbe Wasser ab, und verwandelt sich bei 116° C. in ein neues Hydrat, welchem die Formel CoCl+4HO entspricht. Erhitzt man dieses noch weiter, so scheiden sich aus der Flüssigkeit blaue Krystalle ab, und bei 121° C. ist dieselbe ganz in blaue Krystalle eines dritten Hydrates von der Zusammensetzung CoCl+2HO umgewandelt. Diese Verbindung kann noch bei einer Temperatur von 140° C. bestehen; erst wenn man sie darüber hinaus erhitzt, verwandelt sie sich in wasserfreies Kobaltchlorür, ohne jedoch hierbei zu schmelzen.

Es existiren somit drei Hydrate des Kobaltchlorüres, nämlich: CoCl + 6HO, CoCl + 4HO und CoCl + 2HO. Die Verbindung CoCl + 6HO ist das gewöhnlich dargestellte Hydrat des Kobaltchlorüres, es bildet monoklinische Krystalle von johannisbeerrother Farbe. Ein Theil des Wassers ist in diesem Hydrate so locker gebunden, daß die Verbindung überhaupt nur an feuchter Luft bestehen kann; in vollkommen trockener Luft (im Exsiccator über Schwefelsäure) ändert sie rasch ihre Farbe in violettroth und verwandelt sich unter bedeutender Volumsverminderung in das Hydrat CoCl + 2HO. Im Wasser ist CoCl + 6HO äußerst leicht unter beträchtlicher Temperaturverminderung löslich. Die Krystalle von CoCl + 6HO nehmen schon beim Erwärmen auf 35° C. eine tiefblaue Farbe an, bei 86·75° C. schmelzen sie zu einer indigblauen Flüssigkeit, aus welcher sich erst bei einer Abkühlung auf 50° C. rothe Krystalle auszuscheiden beginnen.

Das Hydrat CoCl + 4HO entsteht beim Erhitzen von geschmolzenem CoCl + 6HO auf 116° C. Es bildet pfirsichblühtrothe Krystalle, welche so hygroskopisch sind, daß sie an der Luft zerfließen; aus der Lösung scheidet sich beim Verdampfen CoCl + 6HO ab. Beim Erhitzen über 116° C. zerspringen die Krystalle von CoCl + 4HO ohne zu schmelzen und gehen unter Wasserabgabe in CoCl + 2HO über. Mit Wasser zusammengebracht, nehmen sie dieses unter bedeutender Volumsvergrößerung auf und verwandeln sich in CoCl+6HO. Im Gegensatze zu dem Hydrate mit 6 Äquivalenten Wasser verliert das Hydrat im Exsiccator kein Wasser; es scheint also CoCl + 6HO bei der Behandlung im Exsiccator zwei Äquivalente Wasser sehr leicht abzugeben; die hierdurch eingetretene Bewegung der Molecüle ermöglicht noch den Austritt zweier weiterer Äquivalente Wasser,

während in CoCl + 4HO auch die zwei Äquivalente Wasser, welche es mehr enthält als das niederste Hydrat, schon so fest gebunden sind, daß diese Verbindung auch an trockener Luft bestehen kann.

Das Hydrat CoCl + 2HO kann, wie schon erwähnt, auf zweifache Weise dargestellt werden, entweder durch Erhitzen eines der beiden anderen Hydrate auf 121° C. oder durch Austrocknen von CoCl + 6HO im Exsiccator. Die bei 121° dargestellte Verbindung bildet eine geschmolzene Krystallmasse von tiefvioletter Farbe, während das im Exsiccator dargestellte Hydrat ein dunkelpfirsichblüh-rothes, krystallinisches Pulver bildet; es ist so wie das in der Hitze dargestellte Präparat so hygroskopisch, daß es sich in einem offenen Gefäße kaum wägen läßt. Beim Erhitzen ändert dieses Hydrat zwischen 125 – 140° C. seine Farbe in ein Violett, welches die größte Ähnlichkeit mit der Farbe des sublimirten Chromchlorides besitzt. Sowohl dieses, als das Hydrat mit vier Äquivalenten Wasser ist für sich im Wasser nicht löslich; beim Zusammenbringen mit demselben verwandeln sie sich sehr rasch in krystallinisches CoCl + 6HO.

Wasserfreies Kobaltchlorür entsteht beim Erhitzen eines der Hydrate über 140° C. und bildet eine blaßblaue Masse, welche so hygroskopisch ist, daß sie an der Luft binnen wenigen Minuten roth wird. Überläßt man wasserfreies Kobaltchlorür an der Luft sich selbst, so nimmt es so lange Wasser auf, bis die Verbindung CoCl + 6HO gebildet ist, ohne daß das Gewicht eine Zeitlang constant bliebe, wenn so viel Wasser aufgenommen ist, daß die Zusammensetzung einem der beiden anderen Hydrate entspricht. Mit Wasser zusammengebracht, nimmt wasserfreies Kobaltchlorür dasselbe äußerst rasch auf; die Wärmeentwickelung hiebei ist eine so bedeutende, daß ein Theil des Wassers verdampft und die Temperatur auf 80° C. steigt. — Die blaue Farbe, welche ein Hydrat des Kobaltchlorüres beim Erwärmen annimmt, ist durchaus nicht die des wasserfreien Chlorüres; die Farbe desselben ist ein blaßes Blau (etwa wie von frisch gefälltem Kupferoxydhydrat), während seine Hydrate beim Erwärmen das intensivste Indigblau zeigen.

Die Verbindung CoCl + 6HO beginnt bei sehr geringer Temperaturerhöhung Farbe und Form zu ändern. Schon die bloße Handwärme genügt, um nach einigen Minuten Krystalle dieses Salzes, welche auf einem Uhrglas liegen, blau, eine Lösung desselben violett zu färben. Wie es scheint, bedarf es sogar einfach nur der Molecular-

wirkung ohne Erhöhung der Temperatur, um schon die Farbenänderung herbeizuführen. Papier mit einer Lösung des CoCl getränkt, erscheint nach dem Trocknen an der Luft blau. Ein Tropfen einer concentrirten Lösung von Kobaltchlorür erscheint im durchfallenden Lichte violett; indem er an der Luft verdunstet, wird er vom Rande aus indigblau, und aus der blauen Flüssigkeit setzen sich rothe Krystalle ab.

Die Veränderungen in Farbe und Form, welche CoCl + 6HO in der Wärme erleidet, lassen sich am besten mittelst des Mikroskopes beobachten, das in einem Glasgefäße steht, welches in ein gläsernes Wasserbad eingesenkt ist. Die Krystalle von CoCl + 6HO lassen nur eine zur mikroskopischen Beobachtung genügende Menge von Licht durch, wenn sie sehr dünn sind; man thut daher am besten, einen Tropfen der Lösung derselben auf einem Glasplättchen an der Luft verdampfen zu lassen, und die so erhaltenen Krystalle zur Beobachtung zu verwenden.

Die Veränderung beginnt schon bei 30° C.; in der rothen Krystallmasse entstehen an verschiedenen Stellen blaue Punkte, welche sich immer mehr vergrößern, bis zuletzt bei 35° C. die ganze Masse tief blau gefärbt erscheint. Gleichzeitig zwischen 35—39° C.) beginnt auch schon in der Krystallmasse eine moleculare Umänderung; sie schwillt beträchtlich an, die einzelnen Krystalle zerklüften nach allen Richtungen, und verlieren ihren Glanz (wahrscheinlich durch die in Folge der Zerklüftung hervorgerufene Zerstreuung des Lichtes). Die neuen, auf diese Weise entstehenden Krystalle haben eine spießförmige Gestalt, und unter dem Mikroskope betrachtet, gleichen sie durch diese, so wie durch ihre graue Farbe den Krystallen des Spießglanzes. Im reflectirten Lichte erscheinen sie dem freien Auge blaßblau und glanzlos, beim Erkalten verwandeln sie sich wieder in die ursprünglichen rothen Krystalle.

Da das CoCl + 6HO erst bei 86·75° C. schmilzt, und erst bei 111° C. Constitutionswasser abgibt, so kann offenbar bei der angegebenen niederen Temperatur von 39° C., welche hinreicht, die Molecularveränderung herbeizuführen, nicht daran gedacht werden, daß wasserfreies Kobaltchlorür entstehe, sondern man muß annehmen, daß bei der Temperaturerhöhung die Lagerung der Atome im CoCl + 6HO, sowie in den anderen Hydraten dieses Chlorüres eine andere werde, da sich alle beim Erhitzen blau färben, ohne das

geringste an Gewicht zu verlieren, wie ich durch folgende Versuche festgestellt habe: Die Hydrate des Kobaltchlorüres wurden in Glasröhren gebracht, diese in eine Spitze ausgezogen und gewogen. Nachdem die Röhren so weit erhitzt worden waren, daß eine vollständige Bläuung des Inhaltes eingetreten war, wurden sie zugeschmolzen und wieder gewogen. Da sich keine Gewichtsdifferenz zeigte, so ist dadurch bewiesen, daß diese Salze bei der Bläuung nicht Wasser abgeben, und dasselbe beim Abkühlen wieder aus der Luft aufnehmen, denn wäre dies der Fall, so müßten die Röhren, welche zugeschmolzen wurden, so lange sie noch so heiß waren, daß ihr Inhalt vollständig blau war, in Folge der Wasserverluste ein geringeres Gewicht zeigen, als früher. Selbst eine sehr verdünnte Lösung von Kobaltchlorür ändert in der Kochhitze ihre rothe Farbe deutlich in Violett. Bei der großen Affinität, welche das wasserfreie Chlorür zum Wasser zeigt, kann selbstverständlich nicht angenommen werden, dasselbe löse sich im Wasser, ohne sich mit ihm zu verbinden.

Da also die Farbenwandlung in diesen Verbindungen bei vollkommen ungeänderter chemischer Zusammensetzung vor sich geht, so kann zur Erklärung dieser Erscheinung nur angenommen werden, daß das Kobaltoxydul und ihm analoge Verbindungen, wie das Chlorür zwei Modificationen, eine rothe und eine blaue, besitze, und letztere bei den Chlorüren mit 6 und 4 Äquivalenten Wasser nur in der Hitze, bei dem mit 2 Äquivalenten Wasser auch bei gewöhnlicher Temperatur bestehen könne.

Als Stütze für die Annahme einer rothen und einer blauen Modification des Kobaltoxyduls dient das Verhalten fast aller Kobaltoxydulverbindungen in der Wärme, wo sie sämmtlich blau werden. Das in der Hitze dargestellte $CoCl + 2HO$ ist tief blauviolett, während das im Exsiccator erhaltene eine pfirsichblührothe Farbe zeigt. Selbst ganz wasserfreie Kobaltoxydulverbindungen, bei welchen also schon im Vorhinein die Annahme ausgeschlossen bleibt, das Salz werde in Folge von Wasserabgabe blau, zeigen beim Erhitzen die Umänderung der rothen in die blaue Farbe; wasserfreies schwefelsaures Kobaltoxydul ist in der Glühhitze violett, bei gewöhnlicher Temperatur blaßroth. Das Ammoniak-Kobaltchlorür, nach meiner Analyse von der Zusammensetzung $CoCl + 3(H_3N)$, (nicht wie H. Rose angibt $CoCl + 2(H_3N)$), welches bei gewöhnlicher Temperatur sehr blaß,

rosenroth ist, ändert beim Erwärmen, lange bevor es sich zu zerlegen beginnt, seine Farbe in dunkelblau. Gewisse basische Verbindungen des Kobaltoxyduls besitzen auch schon bei gewöhnlicher Temperatur eine blaue Farbe, wie die Verbindungen 6CoO, NO_5 + 5HO und $CoOCO_2$ + 3(CoOHO) + HO. Kobaltoxydulhydrat ist, wenn trocken, rosenroth, beim Glühen mit Thonerde verbindet es sich mit derselben zu Kobaltoxydul-Thonerde, dem bekannten Thénard'schen Blau. Borsaurer Kobaltoxydul bildet lufttrocken eine rothe Masse, welche beim Schmelzen ein blaues Glas liefert.

Das Blauwerden der Hydrate des Kobaltchlorüres so wie anderer Kobaltverbindungen in der Wärme kann also auch bei den Chlorüren nicht der Abscheidung von wasserfreiem Kobaltchlorür, sondern nur der Bildung einer blauen Modification des Kobaltoxyduls zugeschrieben werden, weil, wie aus den oben angeführten Beispielen über die Farbenänderung wasserfreier Kobaltoxydulverbindungen hervorgeht, das Wasser bei derselben gar keine Rolle spielt. Es ist also in allen blaugefärbten Kobaltoxydulsalzen die Existenz einer blauen Modification des Kobaltoxyduls anzunehmen, diese scheint besonders in Verbindung mit Basen auch bei gewöhnlicher Temperatur bestehen zu können, während sie in anderen Verbindungen nur in höherer Temperatur zu existiren im Stande ist.

